# LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討報告

平成 23 年 10 月

一般社団法人　日本電設工業協会
技術・安全委員会

## 序

白色 LED 照明は、従来の白熱灯や蛍光灯・放電灯等と比較して消費電力の大幅な削減が期待できることから、急速に市場に広がっています。今まで照明とは関係の少なかった半導体・電子部品分野等、幅広いメーカーが照明分野に参入してきており、器具の安全性・品質等の判断基準、施工の標準化が早急に求められているところです。

当協会においても、LED 照明に関する課題と問題点を認識して対応していく目的で、平成 22 年 4 月に LED 照明器具取付標準化 WG を立ち上げました。WG では、照明器具・ランプ等の関係団体並びに製造業者と意見交換の場を持ち、また、各会員企業の協力を仰ぎながら検討を進めてまいりました。

依然としていろいろな種類の LED 照明器具が急速に市場に広がり、関連規格が徐々に整備されつつある現状を考慮し、この度、技術・安全委員会として、LED 照明器具の特徴、現状と問題点、関連法規・規格の紹介と、施工上の留意点等をまとめ、「LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討報告書」として報告することといたしました。

この報告書が、実際に現場での施工に携わる方々の一助になれば幸甚です。

平成 23 年 8 月
一般社団法人　日本電設工業協会
技術・安全委員会　委員長
藤田　訓彦

## 評

近年、LED 素子の製造技術は、高効率化され、照明用光源として省エネ性、高信頼性、長寿命化が確立されたことから、LED 照明器具としての市場が活発化してきている。もともと LED は半導体であることから、従来の照明器具製造業だけでなく、半導体・電子部品関連業界の製造業者が LED 照明器具の製造に参入してきている。LED 照明については、電球形 LED ランプ、直管形 LED ランプを使用した照明器具の普及だけでなく、最近では、建築化照明においても普及する様子を見せている。

このような状況の中、(一社) 日本電設工業協会 技術・安全委員会が LED 照明器具の施工標準化を検討した見識に敬意を表するものである。

この度、同協会から報告書の監修を依頼され、学会内部の学識経験者によって LED 照明器具の課題と施工標準化について検討した。ご協力いただいた各位に感謝の意を表する。

なお、LED 照明分野は、まさに日進月歩である。本書に記述されている内容も明日には陳腐化するものもあれば、改善されているものもあるという世界である。ここで、LED 照明に関連する法規・規格については、現在整備されつつある中で、その動向を示し、規格の紹介にとどめている。今後、安全・安心を担保するために不可欠な規格等の整備を踏まえ、第二段階の報告書を期待するものである。

平成 23 年 8 月
社団法人　電気設備学会　副会長
(関東学院大学教授・工博)
高橋　健彦

目　　次

1章　はじめに　Page- 6

2章　LED について　Page- 8

2.1　発光原理

2.1.1 発光のしくみ

2.1.2 高輝度 LED チップの種類と発光色

2.1.3 白色 LED モジュールの原理と主な方式　Page- 9

2.2　特徴　Page-10

2.2.1 高信頼性・長寿命

2.2.2 対環境性

2.2.3 分光スペクトルと誘虫性

2.2.4 色の再現性と演色性

2.2.5 発光効率　Page-12

2.2.6 周辺温度特性

2.2.7 高速応答性

2.2.8 点滅制御での優位性　Page-13

2.2.9 耐衝撃性

2.2.10　低出力時の効率特性

2.2.11　小型でコンパクト　Page-14

2.3　寿命

2.3.1 寿命の定義

2.3.2 劣化のメカニズム　Page-15

2.3.3 試験による評価　Page-17

2.4　省エネルギー性

2.4.1 CO2 削減に向けた様々な方針・規制

2.4.2 器具組込み時の効率　Page-18

2.4.3 光学制御により高い器具効率　Page-19

2.4.4 色温度と演色性と効率　Page-20

2.5　市場動向

2.5.1 店舗照明分野　Page-21

2.5.2 オフィスビル分野
2.5.3 屋外照明分野 Page-22
2.5.4 住宅照明分野
2.5.5 その他分野

3章　ランプ及び器具について Page-23
3.1　直管形 LED ランプ
3.1.1 結線方式による種類 Page-24
3.1.2 ランプ長さによる種類 Page-25
3.2　電球形 LED ランプ
3.3　ダウンライト形
3.4　ベースライト形
3.5　投光器形 Page-26
3.6　アンケートによる器具の種類
3.7　制御装置 Page-27
3.8　調光装置

4章　現状と課題 Page-30
4.1　器具総合効率の向上
4.2　高輝度（グレア）について
4.3　価格について Page-31
4.4　演色性について
4.5　ノイズについて
4.6　高調波について Page-32
4.7　色のばらつき Page-33
4.8　フリッカ及びちらつき

5章　関連法規・規格との整合性と動向 Page-35
5.1　電気用品安全法
5.2　日本工業規格（JIS） Page-36
5.3　直管形 LED ランプの規格化の動き
5.3.1 日本電球工業会規格

－L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－
5.3.2 その他の規格化の動き Page-38
5.4 電球形 LED ランプの性能表示の規格化について
5.5 国際規格化の動き
5.6 海外の動向 page-39
5.6.1 米国の標準化の動きと米国エネルギー省(DOE)のレポート(CALiPER)
5.6.2 欧州における標準化の動きと照明器具工業会のレポート
5.6.3 韓国の規格化の動き Page-40
5.6.4 台湾の規格化の動き
5.6.5 中国の規格化の動きと認証制度
5.7 LED 照明器具の導入促進に関する法律
5.7.1 低炭素投資促進法
5.7.2 グリーン購入法 Page-41

6章 施工上の留意点 Page-42
6.1 適用規格について
6.1.1 JIS(日本工業規格)に於ける安全性能事項
6.1.2 JIS(日本工業規格)に於ける性能要求事項 Page-45
6.2 法規上の注意点 Page-47
6.2.1 電気事業法と電気設備の技術基準との関係
6.2.2 電気用品安全法との関係 Page-48
6.3 器具の選定
6.3.1 器具の使用条件 Page-49
6.3.2 制御装置と LED モジュールの適合性
6.3.3 光源の色むらについて Page-50
6.3.4 直管形 LED ランプ使用時の注意点
6.3.5 電球形 LED ランプ使用時の注意点 Page-52
6.4 設計での検討 Page-53
6.4.1 照明設計の特徴
6.4.2 配線設計時の留意点 Page-54
6.4.3 調光スイッチ、点滅スイッチ等回路設計での注意点 Page-57
6.5 施工時の検討 Page-58

6.5.1 器具の発熱と放熱対策
1.5.2 器具の接続方法 Page-59
1.5.3 屋外で使用する場合の注意点 Page-61
1.5.4 耐震支持及び重量対策 Page-62
1.6 器具を改造する場合の留意点 Page-66
1.6.1 器具を改造した場合の補償責任
1.6.2 認定・評定及び検定品の改造
1.6.3 器具を改造する場合の注意点

7章 おわりに Page-68

参考資料-1
『直管蛍光ランプ形 LED』と弊社照明器具との組み合わせについて Page-69
参考資料-2：経済産業省製品安全課
事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について Page-70
参考資料-3：経済産業省商務流通グループ製品安全課
電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について Page-72
参考資料-4
天井材への荷重負担について Page-73

一般社団法人 日本電設工業協会 技術・安全委員会
LED 照明器具取付標準化ワーキング

主査 齋藤 芳栄 ㈱九電工 東京本社 統括本部技術本部長
委員 今村 直大※ 日本電設工業㈱ 営業統括本部
早坂 理 日本電設工業㈱ 営業統括本部 工務統括部
内田 隆一 三機工業㈱ 東京支社 電気情報通信技術部 技術課長
重共 誠一 ㈱関電工 中央支社 副長
渡辺 一司 住友電設㈱ 技術本部技術部電気チーム主席
事務局 種部 恵三 (一社)日本電設工業協会 常務理事
野々村 裕美 (一社)日本電設工業協会 審議役兼調査・技術課長
遠藤 衡樹 (一社)日本電設工業協会 調査・技術課主任

※印は、前任者を示す

## 1章　はじめに

光源の歴史は図-1.1.1 に示すように、第 1 世代の蠟燭、石油ランプ、ガス燈から 1897 年に第 2 世代の白熱灯、更に 1938 年に第 3 世代の放電灯と繋いで、そして 1996 年に従来の白熱灯や蛍光灯・放電灯に代替可能な固体照明として、第 4 世代の白色 LED が誕生した。

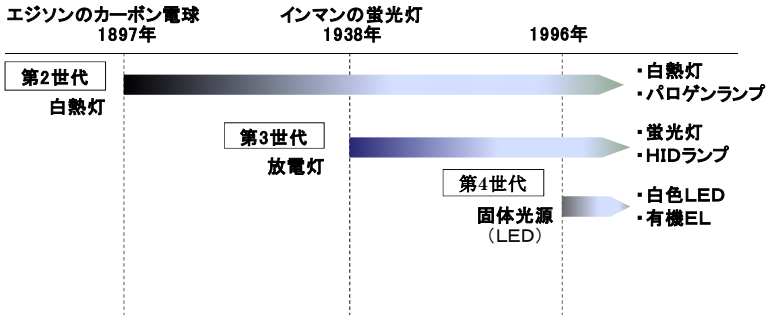
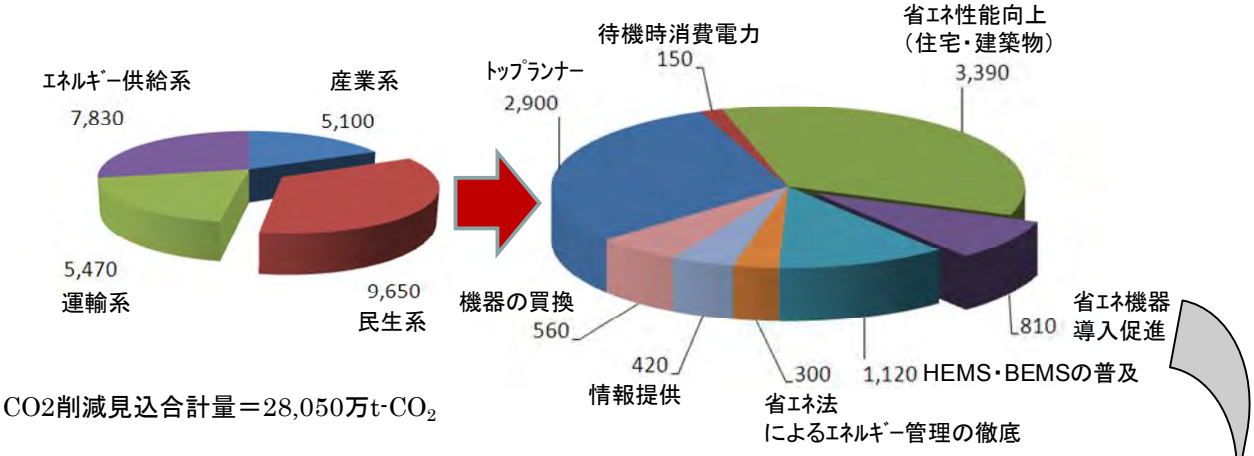



図-1.1.1　照明用光源の歴史と LED 照明

白色 LED は“21 世紀のあかり”と言われ、誕生以来 14 年が経過しようとしているが、ここ 1～2 年の進歩は目覚ましいものがあり、急速に市場に広がる様相を見せている。

また、白色 LED を使用した LED 照明は、京都議定書で示された $CO_2$ 削減の数値目標とも密接な関係がある。図-1.1.2 に示すように『高効率照明の採用で 340 万 t-$CO_2$ の削減』の目標数値は、従来の白熱電球を LED 照明又は高効率蛍光灯に置換える事により達成可能であるとされ、官民共に LED 照明の導入検討を進めてきた経緯がある。

*注記.　白熱灯器具の年間消費電力量は 1,300,000 万 kWh／年であり、これを $CO_2$ 排出量に換算すると 507 万 t-$CO_2$／年（$CO_2$ 換算に当たっては環境省資料（平成 18 年 6 月）の数値 0.39kg-$CO_2$／kWh を採用）になる。これを LED 照明等、高効率で省エネ性の高い照明器具に置換える事により、その内の 85%にあたる 430 万 t-$CO_2$ の削減が見込まれており、削減目標の 340 万 t-$CO_2$ を十分達成する事になる。*




※. 省エネ機器導入促進により CO2 排出削減量 810 万 t-CO2 を見込む。その内高効率照明器具及び LED 照明の導入により 340 万 t-CO2 を見込む。

出典：エネルギー起源 CO2 排出量に関する京都議定書の目標について
「2010 年エネルギー起源 CO2 排出量見通しの再計算」（国土交通省ホームページより）

図-1.1.2　京都議定書の CO2 削減目標と LED 照明器具の関係（記載数値単位：万 t-$CO_2$）

このような背景の中、今まで照明とは関係の少なかった半導体・電子部品分野等、国内・海外を含め幅広いメーカーが照明分野に参入してきており、安全性・品質等、標準化が早急に求められているところである。

エンドユーザーに一番近い存在である(一社)日本電設工業協会においても、LED 照明に関する課題と検討事項を認識して対応して行く必要があるとし、平成 22 年 4 月に技術・安全委員会の中に LED 照明器具取付標準化ワーキングを立ち上げた。

ワーキングでは、照明器具・ランプ等の関係諸団体並びに製造業者と意見交換の場を持ち、また、当協会の各会員企業の協力を仰ぎながら作業を進めて来たところである。今回の報告書は『LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討』と題して施工標準化に向けた報告として、広く LED 照明を理解してもらうために纏めた。

本編では第 2 章から第 5 章で LED 照明に関する基礎編として、その特徴、器具の種類、現状の課題及び関連法規・規格の動向等について、一般的な内容を中心に記述し、第 6 章では施工標準化を目的とした施工編として、基礎編と重複する部分はあるが、施工にあたって特に注意を必要とする点を中心に記述している。

用語の整理

LED と言っても幅広い意味を持つため、本編では LED 関連用語の使い分けを下記の通りとした。

(1) **LED チップ**

発光ダイオードそのものを表し、LED 単体を示す。

(2) **LED モジュール**

1 つの光源として取り扱えるよう LED 単体を基板等に実装するか、又は複数の LED チップを配列して機械的、電気・電子的、光学的構造部品を含む要素で構成して光源とされるユニット又は集合体をいう。

(3) **LED ランプ**

LED モジュールが組込まれた製品で、口金を備え安定的に点灯動作ができる物をいう。点灯動作に必要な付加装置を内蔵する物（制御装置内蔵形 LED ランプ）が一般的である。

(4) **LED 器具又は LED 照明器具**

LED モジュールからの光を分配、透過又は変化させ、且つ LED モジュールまたは LED ランプを支持し、固定し、保護するために必要な部材と制御装置（電源）に接続するために必要な回路を持つ装置。LED モジュールと一体となった器具と LED ランプ分離の器具がある。

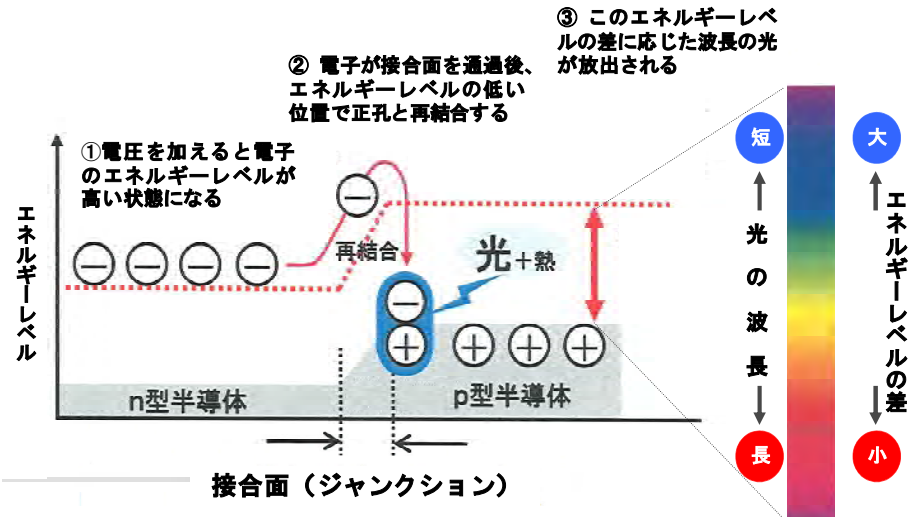
## 2 章　LED について

### 2.1　発光原理

LED とは発光ダイオード（Light Emitting Diode）と呼ばれる半導体のことで、これまでの白熱ランプや蛍光ランプ・HID ランプと異なり、物質に与えた電気エネルギーが直接光に変わる新しい仕組みを持つ光源である。本文では一応知識として知っておきたい基本事項を簡単に述べる。

#### 2.1.1　発光のしくみ

LED チップは電子が余った状態にある n 型半導体と電子が不足している（この状態を正孔と呼ぶ。）p 型半導体を接合させた構造を持つデバイスで、電圧を印加することにより接合面（ジャンクション）で電子と正孔が再結合するが、結合する際にエネルギーが光や熱に変換される。その際エネルギーレベルの差に応じて光の波長は変化する。エネルギーレベルの差をバンドギャップ（禁制帯）と呼ぶが、その幅は半導体の材質により変化する。図-2.1.1 に電子と正孔の再結合及びエネルギーレベル差と光の波長の関係を示す。



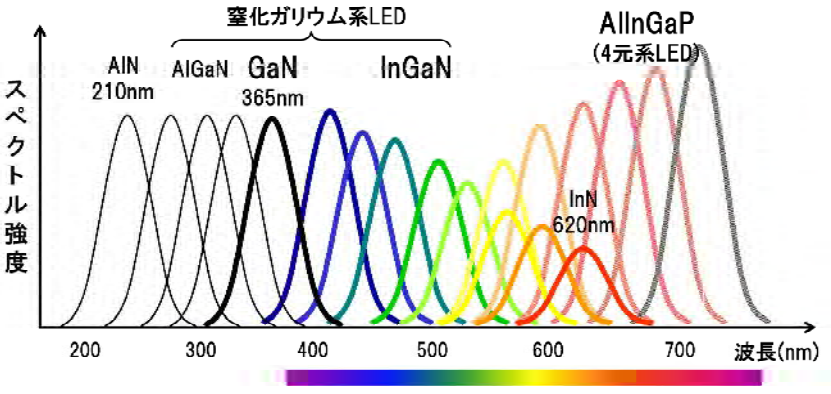

出典：パナソニック電工㈱資料より

図-2.1.1　電子と正孔の再結合及びエネルギーレベル差と光の波長

#### 2.1.2　高輝度 LED チップの種類と発光色

LED チップは材質により、様々な発光色を実現することができる。例えば赤色 LED チップは GaAsP 素子（ガリウム砒素リン）であり、青色 LED チップは InGaN 素子（インジウム窒素ガリウム）である。

図-2.1.2 に LED チップの材質と発光色の関係を示す。InGaN 素子は近紫外（365nm）～赤（620nm）まで発光可能であるが、長波長では効率が低下するため、緑（520nm）までしか利用されておらず、これを超える波長の橙（590nm）～赤（635nm）は 4 元混晶系※1 の AlInGaP 素子等が使用されている。




出典：パナソニック電工㈱資料より

図-2.1.2　LED チップの素子材料と発光色の関係

*注記. ※1　4 種類以上の元素を組み合わせた半導体のことで、AlInGaP はアルミニウム（Al）、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、リン（P）の 4 元素の化合物半導体である。*

### 2.1.3　白色 LED モジュールの原理と主な方式

LED チップで白色光を作る代表的な方式は、表-2.1.1 に示す 4 種類であり、各々メリット、デメリットがあるが、当面は使用される用途により使い分けられていくと考えられる。

#### (1)　青色の LED チップにより、黄色蛍光体を光らせる方式

4 方式の中で一番発光効率が高い方式で、LED チップの青色光とその光で励起される補色の黄色を発光する蛍光体の組み合わせにより白色を作り出す。赤色領域の不足を指摘されているが、赤色や青緑色を補った改良型が最近開発されている。

#### (2)　近紫外又は紫色の LED チップにより、赤色・緑色・青色の蛍光体を光らせる方式

3 波長形蛍光灯ランプと同じ発光方式で、近紫外又は紫色の LED チップにより赤・緑・青色の蛍光体を励起させる方式で、演色評価数が高く、色味が自然で物を見えやすくする白色光を得ることができる。

表-2.1.1　白色 LED モジュールの主な方式と比較

| 方式 | | イメージ図 | 特徴 | | | | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 色再現性 | 色安定性 | 調色性 | 明るさ | コスト | |
| 励起方式（短波長LED+蛍光体） | （1）<br>青色LED<br>＋<br>黄色蛍光体 | | △ | △ | △ | ○ | ○ | ● 現在の主流方式。<br>● 蛍光体の塗布量等により色バラツキが目立ちやすい。<br>● 演色性の改善形も出始めている。 |
| | （2）<br>紫色(近紫外)LED<br>＋<br>RGB蛍光体 | | △～○ | ○ | ○ | △ | ○ | ●高演色性が最大のメリット。<br>●赤色蛍光体の効率が悪く、実用化されているものの効率は“青色LED＋黄色蛍光体”方式より劣る。<br>● 寿命の改善が課題。 |
| 混光方式（三原色 補色） | （3）<br>R･G･B 3LED<br>の混合 | | △ | △ | ○ | △ | × | ● 各色LEDのバラツキ抑制が必要。（白色にした場合の色バラツキが目立ちやすい）<br>● LEDの色によって点灯電圧が異なるため、回路構成が複雑になる。（LED順電圧Vfは赤のみ2V台で青･緑は3V） |
| | （4）<br>補色となる<br>2色のLEDの混光<br>（青緑色LED<br>＋赤色LED） | | △ | △ | ○ | △ | △ | |

出典：パナソニック電工㈱資料より

#### (3)　色の LED チップ（赤色・緑色・青色）を組み合わせる方式

見た目には白色光が得られる方式で光を直接見せるディスプレイや大型映像装置に向いているが、放射エネルギーのない波長域があり、物の見え方が不自然になることがあるため、物を照らす照明用途には不向きである。従って、三原色を制御して様々な光を演出する等、特殊な用途に使用することが主として考えられる。

#### (4)　補色となる 2 色の LED チップ（赤色・青緑色）を組み合わせる方式

3 色の LED チップに比べて回路構成はやや簡単になるが、3 色の LED チップと同様な特性があり白色 LED モジュールには不向きである。但し、3 色 LED に比べると特性が劣るものの、光を制御する用途には適している。

## 2.2　特徴

### 2.2.1　高信頼性・長寿命

LED チップは熱対策がなされた場合は、基本的に半永久的な寿命を持つため、LED モジュールの寿命は、封止樹脂やパッケージ材料等の耐久性で寿命が決まってくる。通常の LED モジュールで数万時間（40,000 時間超過）※1の寿命を持つ。これは白熱灯と比較して約 10～20 倍長く、蛍光灯との比較では 3～4 倍の長さに相当する。

*注記. ※1　(社)日本電球工業会の標準仕様書 TS C 8153「照明用白色 LED 装置性能要求事項」に、製造者はこの規定に則って製造することが求められている。*

### 2.2.2　対環境性

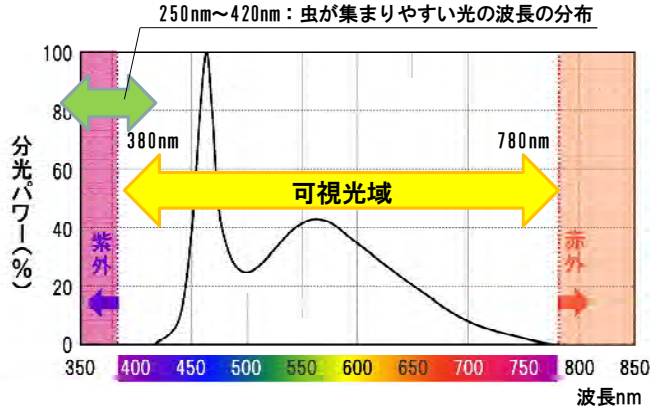
LED チップは化合物半導体素子と樹脂、金属電極にて構成されており、蛍光灯のように水銀等の RoHS 指令※1における有害物質を使用していないため、環境性に優れている。但し、赤色 LED チップ等には GaAs 系材料が使用されているため、毒性有害物質のヒ素（As）を含む半導体として疑問視されているが 450℃以下では安定した物質であり問題ないとされている。最近は GaAs 基板を除去し、他の材料に貼り合わせる技術開発も進んでいる。

*注記. ※1　RoHS は、電子・電気機器における特定有害物質の使用制限についての欧州連合(EU)による指令であり、水銀は特定有害物質に指定されている。*

### 2.2.3　分光スペクトルと誘虫性

白色 LED の発光域は図-2.2.1 の分光スペクトル図に示すように可視光域にあり、780nm 超過の赤外線域の光をほとんど含まない。このため展示商品の熱劣化を抑えることが出来て、生鮮食品等の照明器具として最適である。※2 また、380nm 以下の紫外線域の光についてもほとんど発光しないため、展示物の紫外線劣化を嫌う美術品や博物館等の照明器具としても期待されている。

また、図-2.2.1 に白色 LED モジュールの分光スペクトラムと誘虫指数を示すが、虫が集まりやすい光は、短波長の 250～420nm 間に多く分布しており、特に 380nm 以下の紫外線の領域に顕著に分布している。白色 LED モジュールは 420nm 以下の短い波長をほとんど発光しないことから、誘虫性の低い照明器具としても期待されている。




| | 蛍光<br>水銀灯 | バラストレス<br>水銀灯 | LED | | ミニ<br>ハロゲン |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 白色タイプ | 電球色タイプ | |
| 誘虫指数 | 100 | 103 | 17 | 10 | 17 |

出典：パナソニック電工㈱資料より

図-2.2.1　白色 LED モジュール
の分光スペクトルと誘虫指数

### 2.2.4　色の再現性と演色性

LED モジュールは狭い発光スペクトルを持つことから、色の純度が高く様々色の再現が可能であると言われているが。一般照明用に使用される白色 LED モジュールは、青色 LED 素子と黄色蛍光体の

組合せが主流であるため、表 2.2.2 に示す演色評価数の内 R8～R10 の暖色系が低い傾向にあった。しかし、最近では RGB の蛍光体を織り交ぜる等の技術が進み、図-2.2.2 に示す高演色 LED ランプ（平均演色評価数 Ra92）のように、R1～R15 まで演色評価数がほぼ均等に高い数値を得る高い演色性の LED 照明器具も出現し、様々な色の再現性の高い LED 照明器具も開発されるようになって来ている。

表-2.2.2　演色評価数の計算に用いられる色

| 区分 | 演色評価数 | 近似的<br>マンセル記号 | 昼光下の色の見え方 |
|---|---|---|---|
| 平均演色評価用 | $R_1$ | 7.5R 6/4 | Light grayish red |
| | $R_2$ | 5Y 6/4 | Dark grayish yellow |
| | $R_3$ | 5GY 6/8 | Strong yellow green |
| | $R_4$ | 2.5G 6/6 | Moderate yellowish green |
| | $R_5$ | 10BG 6/4 | Light bluish green |
| | $R_6$ | 5PB 6/8 | Light blue |
| | $R_7$ | 2.5P 6/8 | Light violet |
| | $R_8$ | 10P 6/8 | Light reddish purple |
| 特殊演色評価用 | $R_9$ | 4.5R 4/13 | Strong red |
| | $R_{10}$ | 5Y 8/10 | Strong yellow |
| | $R_{11}$ | 4.5G 5/8 | Strong green |
| | $R_{12}$ | 3PB 3/11 | Strong blue |
| | $R_{13}$ | 5YR 8/4 | 西洋人の肌色（Light yellowish pink） |
| | $R_{14}$ | 5GY 4/4 | 木の葉の色（Moderate olive green ） |
| | $R_{15}$ | 1YR 6/4 | 日本人の肌色（JISのみの規格） |

*注記.　平均演色評価数 Ra は、表-2.2.2 の演色評価数の計算に用いられる 15 試験色の内 R1～R8 までの 8 試験色を平均演色評価用とし、対象となる光源と自然光（基準光）で照明した時の色ずれの大きさを数値化したものであり、その平均値としてあらわされる。基準光で見た時を 100 とし、色ずれが大きくなりに従って数値が小さくなる。*

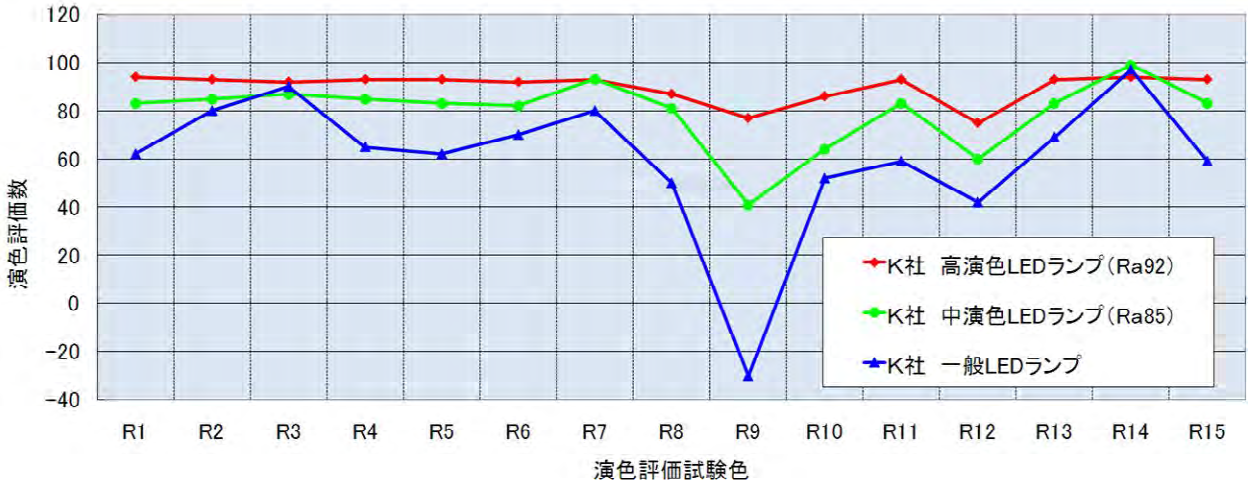
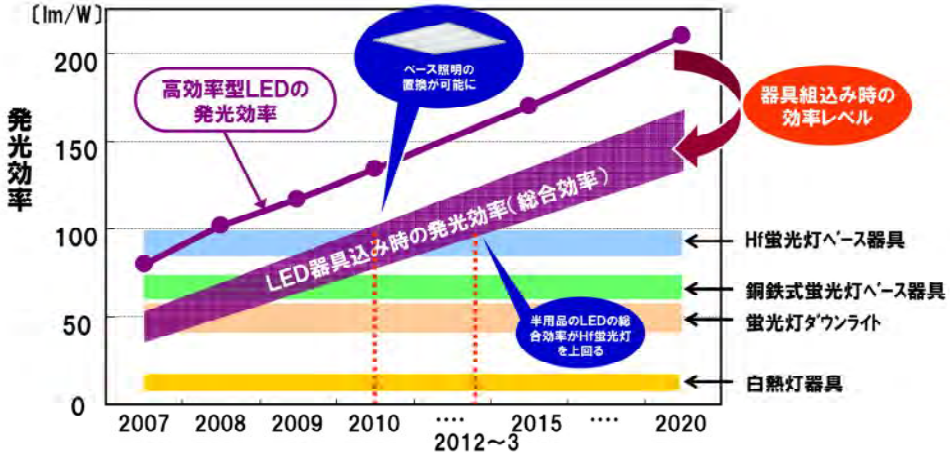



図-2.2.2　高演色性 LED 照明器具の演色評価数グラフ

### 2.2.5　発光効率

白色 LED モジュールにおいて、ベースである青色 LED チップの発光効率の向上や、LED モジュールの放熱技術の向上により、図-2.2.3 に示すように、2011 年時点で 130 ﾙｰﾒﾝ／W を超える発光効率の LED モジュールが量産されようとしている。これに比例して器具組込み時の効率も 100 ﾙｰﾒﾝ／W を超過した製品が生産されるようになってきており、2012 年には、現行最高効率の性能を持つ Hf 蛍光灯器具を、追い越す勢いで発光効率の改善が進んでいる。白色 LED モジュールは色温度より効率に差はあるものの、将来さらに各要素技術が進歩すれば 200 ﾙｰﾒﾝ／W 以上の効率を有する白色 LED モジュール出現も夢でない状況に来ている。

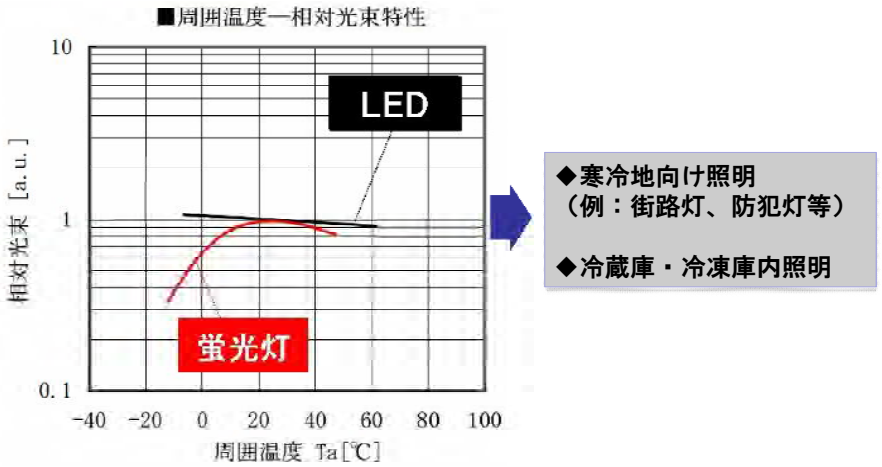



参考文献：
「白色 LED の技術ロードマップ」,p.1,LED 照明推進協議会,2008 年 4 月
「LED 照明　説明資料」,パナソニック電工㈱,2010 年 6 月

図-2.2.3　白色 LED モジュールの発光効率
と照明器具組込み時の効率の推移予測

### 2.2.6　周辺温度特性

LED モジュールは温度上昇により効率が低下する傾向にあり、逆に温度が低下すると効率が向上する。この低温においても発光効率が低下せず、逆に発光効率が良くなる特性を利用して、従来使用できなかった蛍光灯等に代わって、寒冷地向け照明器具や冷蔵庫・冷凍庫等の低温場所向け照明器具の開発も進んでいくと考えられる。そのためには、照明器具やランプの結露対策、防湿・防水性能の向上が不可欠で有る。図-2.2.4 に周辺温度と相対光束特性のグラフを示す。

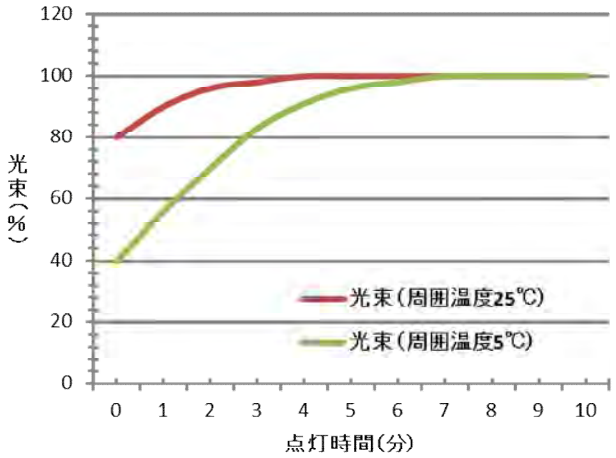



出典：パナソニック電工㈱資料より

図-2.2.4　LED 照明器具の光束－周辺温度特性

### 2.2.7　高速応答性

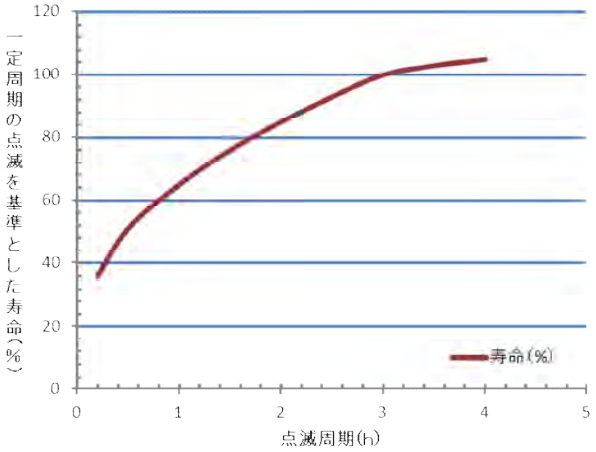
LED チップは半導体の電子と正孔の再結合による直接的な発光現象を利用しているため、応答時間が数十~百ナノ秒と非常に短く、応答時間 0.1 秒程度の白熱電球や放電の安定化のため様々な付加回路を有する蛍光灯や放電灯よりも遙かに早い。




注記．安定時の光束を 100%とした場合の FL40W の時間と光束の関係を%で示す。

出典：東芝ライテック㈱カタログより

**図-2.2.5　蛍光ランプの光束立ち上がり特性**




注記．点滅周期とは、3 時間周期の点滅を繰り返した場合を 100%として比較した数値（%）を示す。

出典：東芝ライテック㈱カタログより

**図-2.2.6　蛍光ランプの点滅周期と寿命**

### 2.2.8　点滅制御での優位性

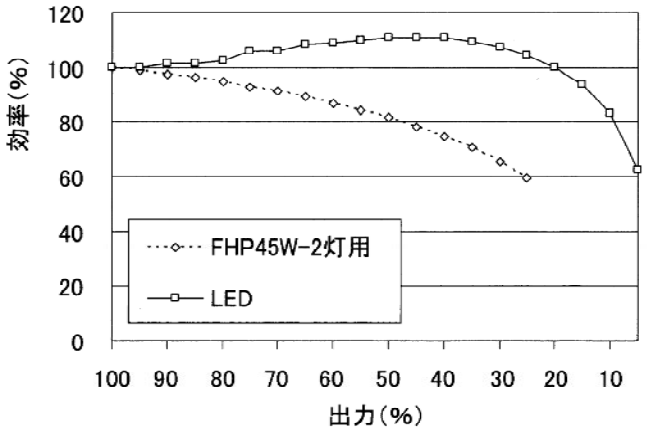
最近、省エネルギーを狙って、人感センサー等による不在時の消灯制御を採用し点滅の頻度が増えるケースが多い。蛍光ランプを光源とした場合には、図-2.2.5 に示すように、冬場等の低温時において、点灯直後の立ち上がりが遅いことから、必要とされる所定の明るさに中々達せず、照度不足を指摘されることがある。また、蛍光ランプは人感センサー等を利用したこまめな点灯で、短いサイクルの点滅回数が多くなれば、ランプ始動時でのエミッター（電子放出物質）の消耗が激しく、図-2.2.6 に示すように、寿命を犠牲にすることになる。一方 LED モジュールは応答性に優れており、点灯時の立ち上がりが早く、点灯直後の照度不足が発生しないことや、点滅に伴う影響を受けない等の優位性を持つ。

### 2.2.9　耐衝撃性

LED モジュールは半導体素子と樹脂が基本構成であるため、ガラス管を用いている白熱電球や蛍光灯に比べて、振動や衝撃に強いという特徴がある。そのため、振動の激しい製造機械の機側照明器具や作業環境の厳しい工場等、その特長を生かす分野への応用が期待されている。

### 2.2.10　低出力時の効率特性

省エネルギーの目的で、初期照度補正や、作業に合わせた適正な照度補正を行える調光システムを、オフィス等の照明計画で採用するケースが多く見られるようになってきている。しかし蛍光灯器具は低出力時に効率が低下するため、




注記．出力 100%時の効率を 100%と設定した時の各出力での効率

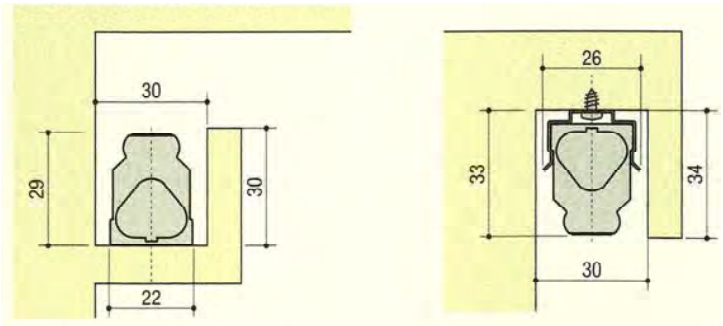
出典：パナソニック電工㈱データより

**図-2.2.7　白色 LED 照明とコンパクト蛍光ランプ FHP45W の出力と効率の関係**

調光しても期待通りの省エネルギー効果が得られない場合がある。一方、白色 LED モジュールは、駆動電流を変えることにより全光束が大きく増減する。この時の発光効率は、駆動電流が増加すると低下し、電流が減少すると向上する傾向になる。図-2.2.7 に一例であるが、コンパクト蛍光灯 FHP45W-2 と LED 照明の出力と効率の関係をグラフにしたものを示す。このグラフから解るように、この LED 照明の場合は出力を 25～80%の範囲で低下させた時に効率が向上する特性を有しており、通常の調光範囲では効率の低下が生じないため、省エネルギーに最適な照明器具と言える。

### 2.2.11　小型でコンパクト

LED 照明は半導体材料からなる固体光源であるため小型・軽量である。そのため点光源として扱うことが可能であり、照明器具としてデザイン性に富んでいる。従来の光源では実現困難な狭いスペースへの組込みや、自由自在な形状の照明設計が可能である。建築化照明を計画するに当たっては、デザイン性を優先するあまり、放熱特性を無視した計画を行うことがないように留意すること。図-2.2.8 に建築化照明計画の一例を示す。これは放熱性や施工性を考慮した場合の最小スペースの例であるが、LED 照明は長寿命であっても故障しないとは言えないので、将来の器具取替えを考慮した計画を行うことが重要であり、メーカーと事前にこの点を踏まえた打合せを行うこと。また、LED 照明は指向性が強く、色のバラツキがあることから、美しい間接照明を計画するためには、LED 照明の特徴を理解して行うことが必要である。




**取付スペースやランプ交換の問題で計画が難しかった狭い空間の間接照明も、LEDラインモジュールならスリムな灯具本体で実現可能に、但し、従来器具に比べて発熱は少ないが、放熱対策は必要。**

出典：㈱遠藤照明カタログより

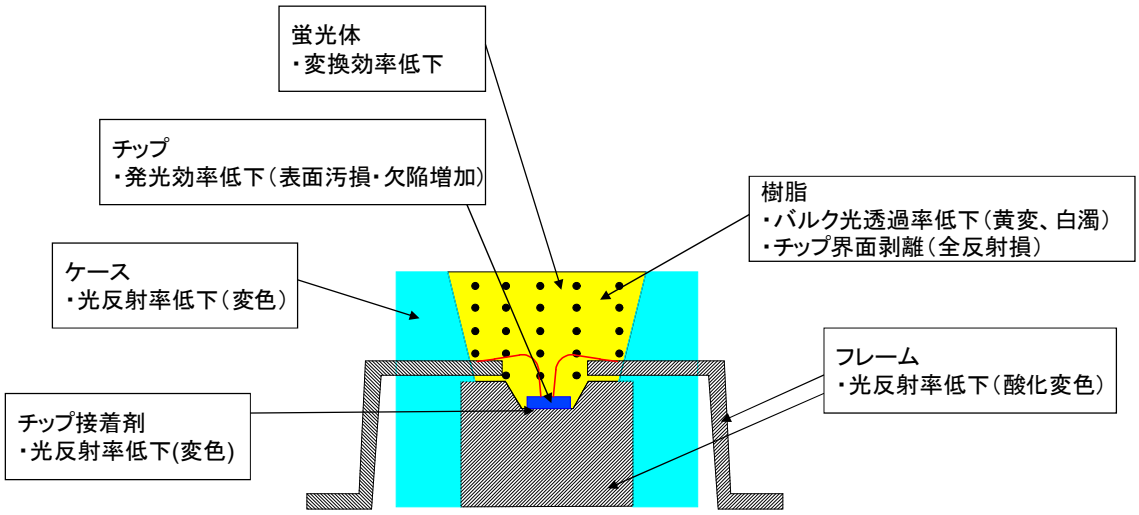
**図-2.2.8　LED 照明を利用した建築化照明の例**

## 2.3　寿命

### 2.3.1　寿命の定義

LED は固体発光方式のため、従来の光源である白熱灯のようにフィラメントの断線等により点灯しなくなることがないが、LED チップを封止している樹脂等の劣化によって光の透過性が低下し光束減退が発生する。図-2.3.1 に温度、光、水分、酸素等の外的要素による LED モジュールの劣化現象を示す。従来の LED モジュールは表示用途が中心であり、視認できる光の強さを基準に、光束維持率が 50%の点を寿命としていたが、照明器具用途で使用される場合が増えたことから、(社)日本照明器具工業会が 2010 年 7 月に改正した JIL5006「白色 LED 照明器具性能要求事項」※1の中に定義されている「(LED) 一般照明用光源においては照明計算等の関係から光束が 70% になるまでの時間とするのが普通である。」を基に、各メーカー、その評価技術は異なるものの使用環境・条件を規定し、不点になるまでの点灯時間又は初期の明るさ（光束又は光度）の 70%になった時までと定義している。

*注記. ※1　(社)日本照明器具子工業会が 2005 年 7 月に制定した技術資料 134-2005「白色 LED 照明器具性能要求事項」の中では、「一般用照明器具の光源として使用する場合の LED モジュールの寿命は、全光束が初期全光束の 70%又は光度が初期光度の 70%に低下するまでの時間とする」と定義されている。*



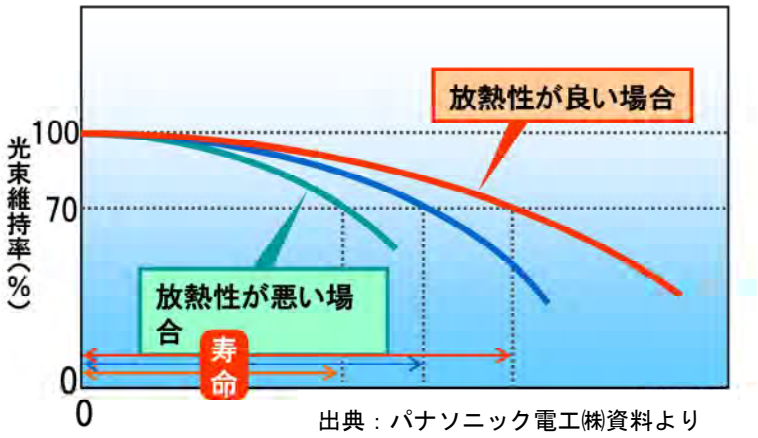

全ての劣化要素に温度が関係し、放熱対策が重要となる。
併せて樹脂、ケース、チップ接着材及び蛍光体は紫外線成分等の光が影響する。

図-2.3.1　外的要素による LED モジュールの劣化現象

### 2.3.2　劣化のメカニズム

白色 LED 照明の光束減退の主な原因は、LED チップ自身の特性変化、有機化合物である封止樹脂の透過率の低下、蛍光体の特性変化、及び器具・ケース等における反射率の低下等があげられるが、その中で封止樹脂及び蛍光体の劣化が大きな原因であると言われている。劣化は、次に示す要因により引き起される。

- 使用温度が高い。
- 光量が大きい。（＝電流が大きい。）
- 光の波長が短いほど封止樹脂の劣化が加速する。（紫外線成分が多い。）
- 温度と湿度の複合要素により蛍光体の劣化が進む。




出典：パナソニック電工㈱資料より

図-2.3.2　放熱性と光速維持率の関係

以上の要因の中で放熱性が重要であり、図-2.3.2 に放熱性と光束維持率との関係を示すように、放熱性は大きく寿命に影響を与える。

#### (1)　光による劣化

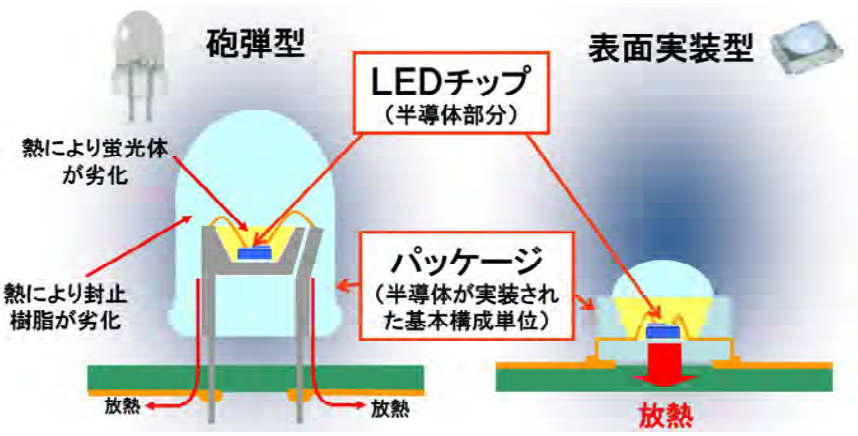
LED チップをカバーしている封止樹脂や接着剤等の有機系部材が LED チップから放射される光により劣化を起こし、透過率や反射率を低下させるため次第に光出力が減少すると考えられている。青色 LED チップの発光スペクトルは、短波長側でも 400nm 程度あるため、直接劣化が起こるわけではなく、有機部材中の官能基や不純物が光を吸収してフリーラジカルを生成し劣化を開始する。この劣化現象は有機部材中に含まれている酸素によって促進され、さらに光放射と共に発生する熱によってなお一層加速される。劣化によって発生したフリーラジカルは光や熱を受けてさらに次の劣化を引き起こすので、劣化は自動的に進行する。特に照明用 LED チップでは光出力が大きいため光劣化は LED

モジュールの寿命を左右する問題となる。

*注記. フリーラジカルとは電子対を作っていない不対電子を持つ原子または分子を言い、不安定な物質である。*

### (2) 熱特性

白熱 LED モジュールのハイパワー化に伴い LED チップの素材に熱伝導率の高い材料を使用し熱抵抗を低減させる技術が進んではいるが、消費電力のうち可視光に変換されるのは 30～50%であり、その他は直接熱となるため、器具自体の放熱設計が重要になる。また、白色 LED モジュールは他の光源に比べ小型のため、空間的に狭い領域に熱が集中する構造であり適切な放熱設計が長寿命の鍵となる。




**リードピンのみの放熱の砲弾型に比べて、パッケージ底面全体から放熱される表面実装型は放熱性に優れている。**

出典：パナソニック電工㈱資料より

**図-2.3.3　LED チップの形状による放熱性の違い**

*注記. 大きな光量を要求される照明用白色 LED モジュールは図-2.3.3 に示すように、砲弾型に比べて放熱性に優れている表面実装型が主流である。*

### (3) 制御装置

LED チップは僅かな電圧変動でも電流値が大きく変動する。白色 LED モジュールに使用するチップの定格順電圧は 3～4V であり 5%の変動で電流値は数十%も変動する。供給電圧が一定でも周囲温度※1 の上昇により定格電流時の順電圧が低下し、結果電流が増加するため温度が上昇し、更に電流が増加し、「温度上昇－電流増のサイクル」が発生することになり寿命に影響を与える。従って、制御装置の電源回路には定格順電流と周囲温度に合わせた電圧供給ができる「定電流制御点灯方式」を使用しないと期待寿命を得ることは難しい。また、制御装置の寿命も考慮する必要がある。制御装置の寿命は装置に使用されている電解コンデンサの寿命に大きく左右される。電解コンデンサの寿命は自己温度上昇と周囲温度※1 に大きく影響され、温度上昇により静電容量の減少、損失角の正接の増大となって現れ、一般的には周囲温度が 10℃低下すると寿命は 2 倍※2 になると言われている。

*注記. ※1　周囲温度は対象となる部屋の室温を示し、半導体や電解コンデンサが動作する温度に影響を与える。*

*※2　電界コンデンサの寿命は、温度上昇の影響で、電解液が封口部を通して徐々に外部に拡散することに起因しており、次式の関係が成立する。*

$$Lx = Lo \times B^{\frac{To-Tx}{10}}$$ ……温度とアルミ電界コンデンサの寿命との関係のアーレニウス則

*Lo　：定格電圧または定格電流印加時の規定寿命。*
*Lx　：実使用時の推定寿命（h）*
*To　：製品のカテゴリ上限温度（℃）*
*Tx　：実使用時の周辺温度（℃）*
*B　：温度加速係数*

### 2.3.3　試験による評価

LED チップの試験方法は、日本電子機械工業会（EIAJ）で熱的環境試験、機械的環境試験等、規格化されたものがあるが、LED 照明器具としての確立した試験規格は無く、各メーカー独自の評価基準で加速寿命劣化試験や日本工業規格（JIS）に類した試験を実施し品質保証を行っている状況である。LED 照明の寿命を評価するための試験としは、一定の動作条件（電流、温度等）での光出力の時間変化を調べる連続動作試験があるが、LED モジュールの寿命は数万時間以上であり、寿命確認には極めて長時間の連続動作試験を要する。しかし長時間の連続動作試験によらず数千時間の動作試験結果によりある程度の寿命を推定することができる。この試験方法を加速寿命劣化試験と呼び、米国 Energy Star Program を参考に 6,000 時間を連続動作試験としているメーカーもある。

*注記. 米国 Energy Star Program では、北米照明規格（IES）の基準に準拠して、6,000 時間の光束維持試験を実施し、試験後の数値が一定以上になるように要求している。*

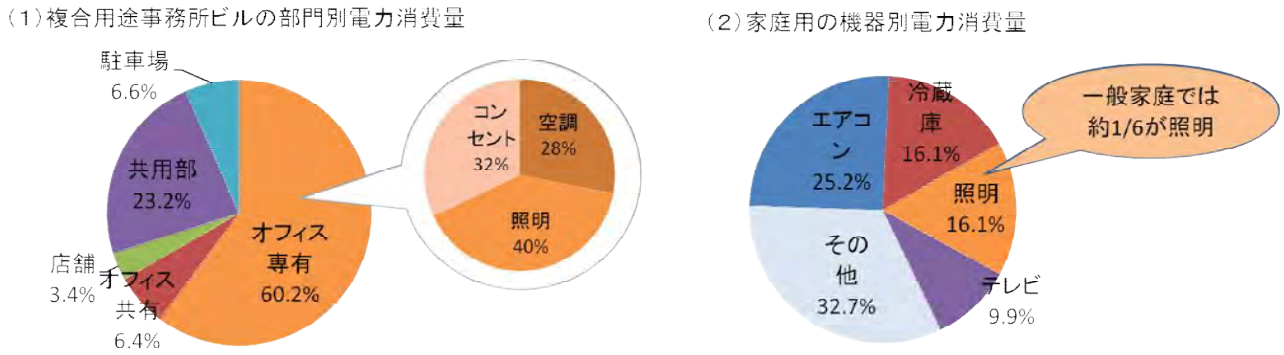
## 2.4　省エネルギー性

### 2.4.1　$CO_2$ 削減に向けた様々な方針・規制

平成 20 年 5 月 30 日に公布された省エネ法改正では、業務・家庭等の民生部門におけるエネルギー使用量の削減を図るために、エネルギー管理義務の導入規制の単位が事業所から事業者単位に、住宅・建築物に係る措置の強化が 300m² 以上へと変更・強化された。この背景の中で、図-2.4.1 に示すように高い電力消費量である照明の省エネ化は $CO_2$ 削減には欠かせない状況になっている。また、エネルギーを多く使用する機器毎に省エネ性能を向上するために、平成 11 年より「トップランナー方式」が導入されて目標基準値は更に引き上げられ、省エネ機器の導入強化が図られている。照明器具についても蛍光灯器具がその対象になっており、表-2.4.1 に示すように平成 24 年以降には目標基準値を下回らないようにすることが、求められている。同表の新基準値では電子安定器搭載器具でなければ達成不可能であり、更に、基準値の引き上げを求められてくると、潜在能力のある LED 照明に期待するところが大きくなる。

表-2.4.1　照明器具省エネ基準（経済産業省案）

| 区分 | | | 新基準 | 現行基準 |
|---|---|---|---|---|
| 使用する用途 | 蛍光ランプの形状 | 蛍光ランプの大きさの区分 | ルーメン／W | |
| 施設用 | 直管形のもの又はコンパクト形のものの内2本管形のもの | 直管形蛍光ランプ86W以上 | 100.8 | 79.0 |
| | | 直管形蛍光ランプ40W以上86W未満 | 100.5 | 70.1<br>(86.5) |
| | コンパクト形のものの内2本管形以外のもの | コンパクト形蛍光ランプ9形以上 | 61.6 | |
| 家庭用 | 環形のもの又は直管形のもの | 使用する蛍光ランプの大きさ区分の総和が70以上（20の直管形蛍光ランプを使用するものを除く） | 91.6 | 81.0 |
| | | 使用する蛍光ランプの大きさ区分の総和が70未満 | 78.1 | 82.0 |
| 卓上スタンド用 | 直管形のもの又はコンパクト形のもの | 蛍光灯卓上スタンド | 70.8 | 61.5 |



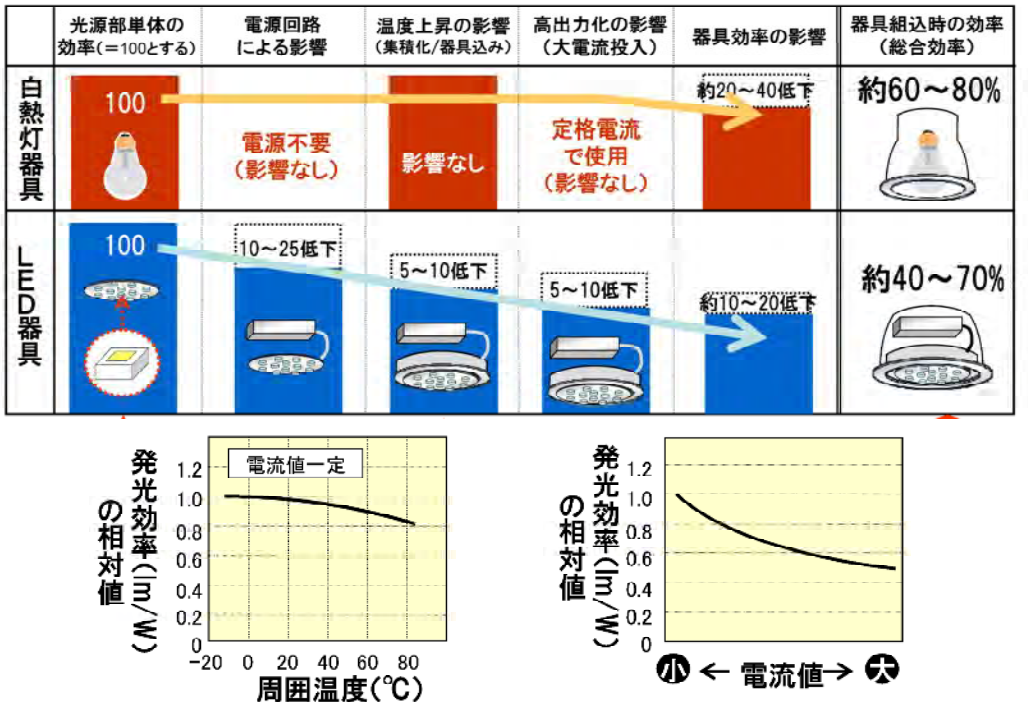

出典：資源ネルギー庁　平成 16 年度電力需給概要より

図-2.4.1　電力消費量における照明用電力消費量のウェイト

### 2.4.2　器具組込み時の効率

2.2.4 の項で記載したように、白色 LED は急速な勢いで発光効率が向上しており、モジュール単体では 130 ㏐／W を超える製品が量産されようとしている。しかし、図-2.4.2 に示すように器具組込み時の効率は約 40～70%程度に低下する。また図-2.4.3 に各光源の発光効率（器具組込み時）を示すが、現行の高周波点灯型蛍光灯及び高圧ナトリウムランプを超える発光効率を得るためには、モジュール単体の発光効率※1 向上も必要であるが、各段階での効率低下要因を改善する研究開発が大切である。また、効率を追求する一方で、従来光源に匹敵する光の質を備える器具の開発も重要になる。

*注記. ※1　現在発光効率（㏐／W）の表示に関する基準が明確でないため、モジュール単体の発光効率（パッケージ温度 25℃での数値）をあたかも器具組込み時の発光効率のように表現している製品もあり、注意が必要である。*




出典：LED 照明推進協議会資料及びパナソニック電工㈱資料より

図-2.4.2　器具組込み時の各段階での効率（一例）

図-2.4.3　各照明器具の総合効率の現状（器具込みの発光効率）

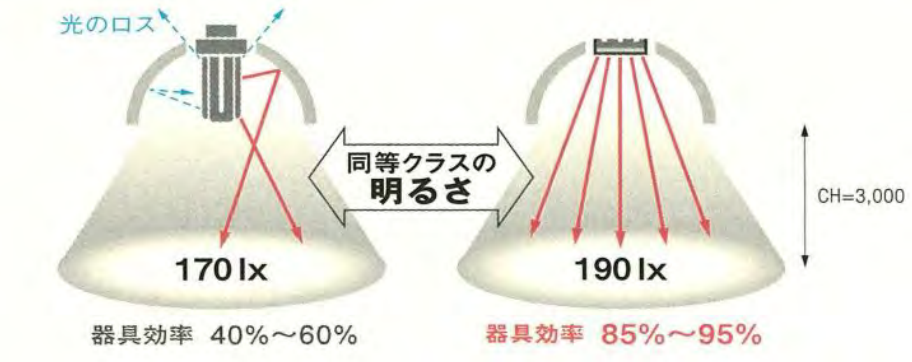
### 2.4.3　光学制御により高い器具効率

LED 照明は均一な配光を得るために光学制御レンズを使用している。このため光はほぼ正面にのみ照射されるため、従来のランプのような配光による光ロスがほとんど無く、高い器具効率を持ち省エネに貢献できる。図-2.4.4 にコンパクト蛍光灯ダウンライト（FHT 57W）とダウンライト形 LED 照明器具（白熱灯 60W 相当）の比較を示すが、諸元値ではコンパクト蛍光灯ダウンライトに比べて劣るものの、実際の直下における照度では同等もしくは上回る数値を得ている。

このように LED 照明の光は直進性が強いため、配光特性を生かし、光を必要とする場所だけを照らすことが可能であり、光を抑制することにより、無駄な光を極力無くし、必要とする箇所に適切に配光することができる。LED 照明は拡散光を前提として照明計画が行われていた全般照明の概念を変える可能性を有していると言える。但し、光の直進性により空間に漏れる光が少なくなり、明るさ感が無くなる場合があるので注意が必要である。

| コンパクト蛍光灯（FHT57W） | |
|---|---|
| 光源発光効率（ルーメン／W） | 101.0 |
| 消費電力（W） | 62.0 |
| 器具効率（%） | 40～60 |

| LED（白熱灯60W相当 R-18） | |
|---|---|
| 光源発光効率（ルーメン／W） | 70.2 |
| 消費電力（W） | 34.0 |
| 器具効率（%） | 85～95 |




出典：㈱遠藤照明カタログ及び資料より

図-2.4.4　蛍光灯ダウンライトとダウンライト形 LED の照射面での照度の比較

### 2.4.4　色温度と演色性と効率

JIS Z 9110:2010 の照度基準総則には新しくグレア対策と演色性について記載されている。これにより、事務所等の執務空間では UGR16,19※1 と Ra80 以上が規定されており、照度基準を満足するだけでなく、光の質の向上も求められている。LED 照明では発光効率と演色性は相反する関係にあり、例として演色性 Ra70 の LED 照明を Ra80 まで引き上げるためには、表-2.4.2 に LED 照明の光色タイプ別の演色性と効率の関係を示すように、白色タイプでは効率が 10%程度、電球色タイプでは 7 %程度ダウンする。推奨値の Ra80 以上を満足する LED 照明は開発されているが、高効率タイプで推奨値を満足する LED 照明は現状の技術ではまだ難しく、LED モジュールの更なる効率 UP が望まれる。また、執務空間に使用する器具の色温度は 5000K を標準としているが、色温度についても演色性とのバランスを考えた使用方法を考慮する必要がある。

表-2.4.2　LED 照明の光色・演色性と効率

| 光色タイプ | 演色性（平均演色評価数） | 効率（光出力）の比較 |
|---|---|---|
| 白色タイプ 色温度：約5000K | Ra70程度 | 100にした場合 |
| | Ra80程度 | 約90 |
| | Ra90程度 | 約75 |
| 電球色タイプ 色温度：約3000K | Ra70程度 | 約70 |
| | Ra80程度 | 約65 |
| | Ra90程度 | 約55 |

出典：パナソニック電工㈱資料より

*注記.　※1 UGR（Unified Glare Rating）：照明器具の輝度・光源の大きさ、光源の位置、天井面・壁面等の光源の発光面の背景となる周辺の明るさを評価し、不快グレアを数値化したもの。CIE（国際照明委員会）により基準化された。*

### 2.5　市場動向

2012 年の国内照明器具市場は、LED 照明器具が 325 万台、578 億円と 2008 年比 4 倍以上の市場を形成すると予測する民間の調査機関もあるように、器具の高効率化と低価格化が前提であるが、確実に LED 照明は浸透していくと考えられる。

表-2.5.1　LED ランプに切替え対象ランプの国内出荷本数及び総消費電力量等

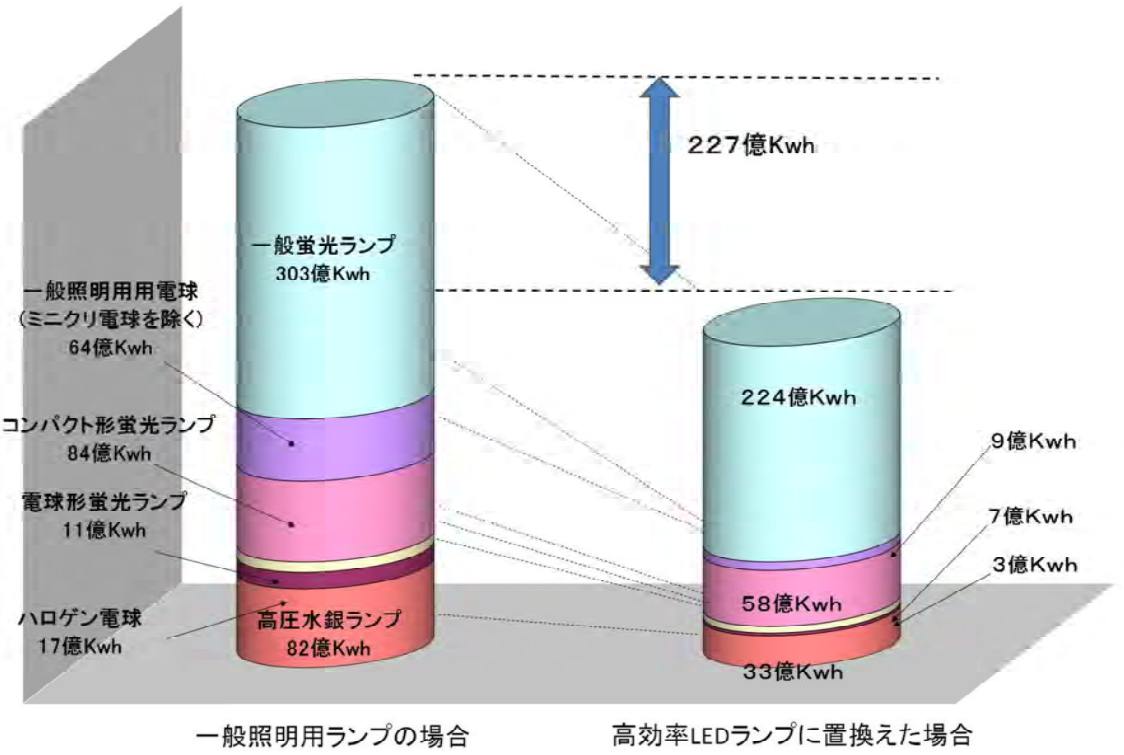
| 対象ランプ | 国内出荷数量（万本） | 総消費電力量（安定器ロス含）（MWh） | 総全光束量（Mルーメン） | 平均総合効率（ルーメン/W） |
|---|---|---|---|---|
| (1)一般蛍光ランプ 1) 100% | 9,200 | 3,030 | 224,660 | 74.1 |
| (2)一般照明用用電球（ミニクリ電球を除く） 100% | 10,500 | 640 | 8,930 | 14.0 |
| (3)コンパクト形蛍光ランプ 100% | 2,300 | 840 | 57,620 | 68.6 |
| (4)電球形蛍光ランプ 50% | 1,300 | 110 | 7,080 | 64.4 |
| (5)ハロゲン電球 70% | 1,000 | 170 | 2,690 | 15.8 |
| (6)高圧水銀ランプ 100% | 200 | 820 | 32,760 | 40.0 |
| 総計 | 24,500 2) | 5,610 | 333,740 | 59.5 |

出典：(社)日本電球工業会　2007 年自主統計数値より

注記.　1)　ハロ燐酸カルシウム蛍光体を使用した一般蛍光ランプの全部。

2)　一般照明用全ランプの国内出荷数量は 48,900 万本で、その総消費電力量は 13,230MWh。

表-2.5.1 に一般照明用ランプの国内出荷本数の内、LED ランプに置換え可能なランプ本数とその総消費電力量等を示す。また、図-2.5.1 には、これらの一般照明用ランプを高効率 LED ランプ（100 ﾙｰﾒﾝ／W）に置換えた場合の消費電力量の削減値を示す。このグラフからもわかるように、従来の照明用ランプを LED ランプに置換えた場合の電力量の削減量 227 億 kWh は置換え前の 40%に相当し、LED ランプの高効率化が達成できれば大きな電力量の削減効果が期待できる。このように LED 照明へ期待するものは大きく、可能性も大きいと言える。以下に主だった分野の動向を述べる。




注記. 高効率 LED ランプのランプ効率は 100 ﾙｰﾒﾝ／W とした算定した数値で、平成 23 年 7 月現在で、100 ﾙｰﾒﾝ／W に到達する器具及びランプは市販されている。

**図-2.5.1　一般照明用ランプを高効率 LED ランプに置換えた場合の電力量削減数値**

### 2.5.1　店舗照明分野

環境省の「省エネ照明デザインモデル事業」で、平成 20 年度採択された 12 事例からわかるように、そのいずれもが LED 照明を導入しており、ダウンライトをはじめ、スクェアタイプのベース照明やシームレスタイプのライン照明等、全ての機種が LED 化されているわけではないが、従来の光源に代わって幅広く使用されている。またリニューアル分野においても LED 照明が積極的に使用されると考えられる。

### 2.5.2　オフィスビル分野

LED 照明の省エネ性や次世代オフィス照明としての可能性を踏まえて、ビルオーナー・設計者等から従来の蛍光灯器具に代わるベース照明としての LED 照明の要望が高く、各メーカーはラインタイプやスクェアタイプの高効率器具（総合効率 80 ﾙｰﾒﾝ／W 以上）を市場に投入しはじめている。コスト面・演色性・グレア等のまだ解決すべき点があり、実際には 2012 年頃がベース照明としての導入時期で、2015 年が普及拡大の時期※1 として考えられている。既に主たる照明器具を LED 照明で計画している建設中のオフィスビルもある。

*注記. ※1　（社）日本照明器具工業会の次世代半導体照明（SSL）成長戦略では、2015 年が LED 照明の本格普及及び拡大の時期としているが、2012 年がベース照明として LED 照明が導入される時期と捉えているメーカーもある。*

### 2.5.3　屋外照明分野

LED 照明は、長寿命化、高効率・高出力化により従来の水銀ランプや蛍光灯ランプに代わって街路灯や防犯灯等の屋外照明用途の全般に広がっている。特に次の 4 つのメリットから各自治体に関心を持たれており、今後この市場は伸びていくものと考えられる。

1)　長時間点灯するためランプ交換コストの削減等ランニングコスト低減に繋がる。
2)　直進性により必要とする場所だけを明るく出来、光害が発生しにくい。
3)　低温時の光束低下が少ない。
4)　誘虫性の光をカットでき周辺環境に害を与えにくい。

### 2.5.4　住宅照明分野

経済産業省が 2012 年までにエネルギー効率の低い白熱電球の製造・販売中止を打出したことにより、白熱電球の代わりとしては、当面電球形蛍光ランプが使われると考えられるが、いずれは電球形 LED ランプへの取替えの方向に向かうと考えられる。また、主照明として使用されている高効率インバータ丸形蛍光灯の代わりについては、LED 照明の効率・コスト・演色性が向上した時点で拡大すると考えられる。

### 2.5.5　その他分野

誘導灯分野では、一般的に冷陰極ランプが使用されてきたが、発光効率、長寿命、バッテリー小容量化の他、脱水銀等の環境面から、各メーカーは LED モジュールを採用する方向に進んでおり、市場においても主流になりつつある。表-2.5.2 に冷陰極蛍光灯誘導灯との消費電力の比較を示す。

**表-2.5.2　LED 誘導灯と冷陰極蛍光灯誘導灯の消費電力の比較**

| | 消費電力（／h） | | 省エネ効果 | $CO_2$削減量 |
|---|---|---|---|---|
| | LED | 冷陰極 | | |
| C級（小型） | 2.0w | 4.7w | ▲57% | ▲約10kg-$co_2$／年 |
| B級・BL形（中型） | 2.7w | 5.6w | ▲52% | ▲約11kg-$co_2$／年 |
| B級・BH形（大型） | 3.6w | 7.2w | ▲50% | ▲約14kg-$co_2$／年 |

出典：パナソニック電工㈱資料より

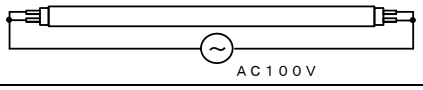
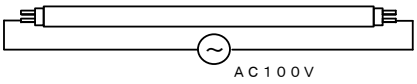
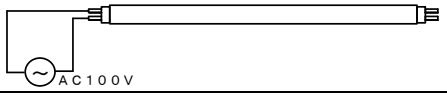
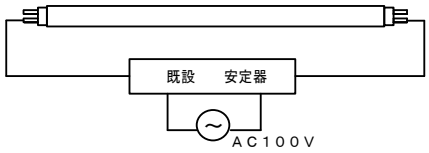
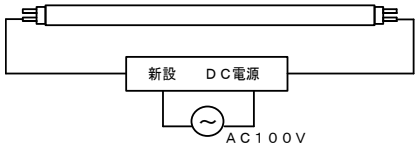
## 3 章　ランプ及び器具について

白色 LED 照明はコンパクトであり、様々な建築空間にマッチした器具デザインが可能であるため、種々のランプ及び器具があり、また作られると思われるが、本項では白熱電球や蛍光灯ランプの代替品として急速に需要を伸ばしている直管形 LED ランプや電球形 LED ランプなどのランプ類と、ダウンライト、ベースライト及び投光器など従来の照明器具に代わって主流になると想定される代表的な種類について述べる。

### 3.1　直管形 LED ランプ

直管形 LED ランプには、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有するタイプと、新たに規格化された L 形口金付直管形 LED ランプ※1（(社)日本電球工業会規格　JEL801:2010）などがあるが、ここでは従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有するタイプについて記述する。

**表-3.1.1　直管形 LED ランプの結線方法による種類**

| タイプ | DC電源 内蔵・非内蔵 | 結線方法 | | | 接続する既設安定器のタイプ | 器具内改造の有無 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 結線タイプ | 結線図 | | | |
| 1 | 内蔵 | 商用電源直結形 | 両面に印加 |  | 無 | 有 |
| 2 | | | |  | | |
| 3 | | | 口金ピン間に印加 |  | | |
| 4 | | 既設安定器接続形 |  | | 磁気式スタータ形 | 無 |
| 5 | | | | | 磁気式ラピッドスタート形 | |
| 6 | | | | | 電子式 | |
| 7 | 非内蔵 | DC入力形 |  | | 無 | 有 |

**参考文献**：「LED 照明の適正使用ガイド～正しい普及促進のための提言～」,p39,(社)日本電球工業会,2010 年 6 月 17 日

前者は既設蛍光灯照明器具に装着して使用することを目的としており、その種類は、結線方法によって主に表-3.1.1 に示すように 7 種類がある。制御装置別に分類すると制御装置を内蔵しているものと非内蔵形の 2 つに大別される。更に制御装置内蔵形については、商用電源に直結する商用電源直結形と蛍光灯器具に内蔵されている安定器をそのまま使用できる既設安定器接続形がある。商用電源直結形は結線方法で 3 つのタイプがあり、既設安定器接続形は接続される安定器のタイプによって 3 タイプに区分される。制御装置非内蔵形は、蛍光灯照明器具だけを使用し器具内配線を切断して、既設

安定器の代わりに制御装置も新設するものである。[1)]

*注記. ※1　従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する直管形 LED ランプは、安全面、品質面での問題が発生する可能性があることから、(社)日本電球工業会ではこれらの課題を解決するためのシステムとして、規格化を行った。詳細については 5.3.1　日本電球工業会規格を参照のこと。*

### 3.1.1　結線方法による種類

#### (1)　商用電源直結形

このタイプは LED ランプの両端間あるいは片側口金ピン間に商用電源を直接印加するタイプで、ランプ装着前に既設の器具内配線を切断し、結線をやり直す改造工事を要する。改造工事を施された器具には、以前の蛍光ランプや種類の異なる直管形 LED ランプが、再び使用されることが出来ないため、安全上の問題が残る。尚、改造した場合は適合ランプを明記したステッカーを器具に貼る等して、誤装着させない対策を行っている製造業者もあるが、根本的な対策になっていない。現在のところ日本工業規格（JIS）において標準仕様を定めた規格が存在しないため、(社)日本電球工業会ではホームページに見解を公開する等、様々な方法で注意を促すと共に、互換性と安全性を念頭に規格化を進めている。[※1]

*注記. ※1　その一つとして『L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（JEL801：2010）』が(社)日本電球工業会により 2010 年 10 月 8 日制定された*

#### (2)　既設安定器接続形

既設器具にそのまま装着するタイプは、接続する既設蛍光灯安定器のタイプによって、グロースタータ式、ラピッドスタート式、及び電子式（インバータ式：高周波点灯方式）の 3 タイプがあり、例えば各タイプの中でも回路方式が一様ではなく、全ての回路方式に対応できる既設安定器接続形の直管形 LED ランプはない。従って、既設蛍光灯の安定器と直管形 LED ランプの組合せが適正で、且つ安全に動作することの確認が重要である。一部の製品では電子式の器具には使用できない等の、使用できる範囲を明記しているものもあるが、一般消費者には蛍光灯器具に使用している安定器の判別は難しく、誤使用による混乱が起こらないような配慮が不可欠の製品である。しかし、一般消費者でも自由にランプを取替えることが可能なタイプであるため対応が難しく、直管形 LED ランプに対する正しい知識を持ってもらうしかないのが現状である。一部の製造業者では、安全上の懸念事項があることを公表して、注意[※2]を促している。

*注記. ※2　添付参考資料-1 を参照のこと。*

#### (3)　直管形 LED ランプの課題

商用電源直結形直管形 LED ランプ、既設安定器接続形直管形 LED ランプ共に互換性、安全性の問題があり、さらに性能面でも問題のある製品が出回っているため、(社) 日本照明器具工業会では、2010 年 7 月に「直管蛍光灯ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」と題する声明書を公表して注意を促している。また、東京都も同様に、平成 22 年に「直管形 LED ランプの取付方法に関する調査」を行い、調査結果をホームページに公開し、直管形 LED ランプに交換する場合の注意点を促している。[※3]

また、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する直管形 LED ランプは、当面の間グリーン購入法の対象外となっている。（詳細については 5.7.2 項のグリーン購入法を参照のこと。）直管形 LED ランプは従来の照明器具から LED 照明器具に移行する過程での暫定的なものと考えられ、採用するに当たっては、6.3.4 項に記載している「直管形 LED ランプ使用時の注意点」を理解した上での対応をお

願いしたい。

*注記. ※3　調査内容及び結果については「平成 22 年度調査報告書―直管形 LED ランプの取付方法に関する調査―東京都生活文化局消費生活部　平成 23 年 7 月発行」に掲載し、併せてパンフレット「正しい組み合わせで直管形 LED ランプを使いましょう」に、ランプの誤装着の防止や改造工事を伴う場合の注意を掲載している。*

### 3.1.2　ランプ長さによる種類

ランプ長は、直管 20 形、40 形及び 110 形への代替用がラインアップされているが、価格及び汎用性の面から 40 形が主流である。

## 3.2　電球形 LED ランプ

電球形 LED ランプは、白熱電球と同じねじ込み式口金（E17、E26 等）を有している器具であり、白熱電球と取替え可能な製品である。2004 年頃から製品化され、2.5.4 項で記述したように今後伸びる製品である。既存のねじ込み式口金を持つ照明器具（例：白熱電球タイプのダウンライト）を LED 器具に取替えたいが、予算面や器具耐用年数の関係から器具本体だけでも既存のものを利用したい場合に、ランプのみの取替で簡単にできるため、ランプ程度なら購入可能という消費者へ向けた製品である。また、取替え時に工事を伴わず、一般消費者自身で交換可能な点も受け入れられている要素である。

**表-3.2.1　各種電球タイプ光源の比較**

| 項　目 | 白熱電球 | 電球形蛍光灯 | 電球形LEDランプ |
|---|---|---|---|
| 光　束 | 810ﾙｰﾒﾝ | 810ﾙｰﾒﾝ | 350～810ﾙｰﾒﾝ |
| 消費電力 | 54W | 10～12W | 6～9W |
| 効　率 | 15ﾙｰﾒﾝ／W | 70～80ﾙｰﾒﾝ/W | 50～90ﾙｰﾒﾝ/W |
| 寿命(時間) | 1,000 | 6,000～13,000 | 40,000 |
| 質　量 | 30～32g | 85～90g | 100～160g |
| 市場価格 | 100円前後 | 1,000円前後 | 2,000～5,000円 |

性能的には電球形蛍光灯に追いついていなかったが、表-3.2.1 に各種電球タイプ光源の比較に示すように、同等もしくはそれ以上の性能を有する製品も販売されており、最近はその性能を超える 100 ﾙｰﾒﾝ／W の製品も開発され、コストが低下すれば更に移行に拍車がかかるものと推定される。また、廊下・トイレ等の点灯時間が短く点滅回数が多い場所では、電球形蛍光灯に比べて立ち上がりが早く、点滅による劣化が少なく、高速応答性に優れているため、早くから取り入れられている。

## 3.3　ダウンライト形

ダウンライト用ランプは白熱電球やクリプトン電球を用いているものが主流だったが、省電力・長寿命の観点から、コンパクト形蛍光ランプが主流となっている。しかし最近は、LED の高効率化と共に、コンパクト形蛍光ランプ代替をねらった高出力タイプの LED が各社ラインナップされてきている。また、放熱技術の進歩により LED モジュールの高密度実装化が可能になり、HID ランプに相当する 5,500 ﾙｰﾒﾝ超の器具も出現している。

ダウンライト形は最も早くから発売されていた器具種であるため、研究開発も進んでおり、光学制御レンズの進歩によるムラの少ない光や、高演色性（Ra85 以上）の光を持つ LED 等、日々技術開発が成され、器具の種類の中では一番実用に足る器具と言える。

## 3.4　ベースライト形

ベースライト形は取付方式から直付形・埋込形、器具形状からラインタイプ・スクェアタイプに分

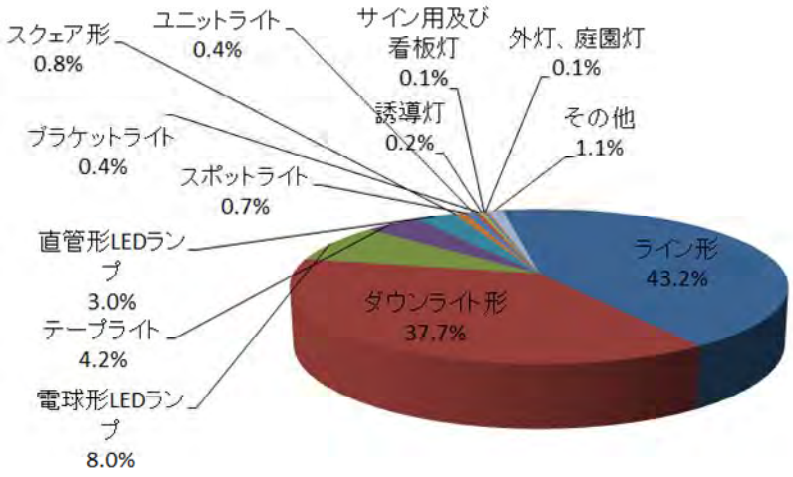
類される。グロースタータ式やラピッドスタート式の蛍光灯の代替品としてリニューアル工事向けが最初であったが、最近はインバータ方式の高効率高周波点灯形蛍光灯（Hf）の代替品として、器具光束 6,000 ㏐の高出力器具が出現している。発光効率も 2010 年 10 月の段階では 85 ㏐／W を超える器具が製品化されている程度であったが、2011 年 7 月現在では、高周波点灯形蛍光灯（Hf）の 110 ㏐を凌ぐ 113 ㏐／W の高効率器具が製品化されてきた。現段階のコスト面でまだ高周波点灯形蛍光灯には及ばないが、長寿命・連続調光機能等の特性と、LED 素子の開発と共に性能が目覚ましく向上していること考えれば、将来への期待は大きいものがある。また、最近は蛍光灯の代替だけでなく、LED のコンパクト性を生かした器具も製品化されてきている。

LED モジュールの輝度の高さによるグレアを抑えことと、相反する演色性と器具効率の向上の両立を図りつつ、低コスト化を実現することにより、蛍光灯ベース照明器具の代替として事務所等の非住宅分野だけでなく、住宅分野に浸透していくことが期待される。

### 3.5　投光器形

投光器形の LED モジュールは、HID 代替として開発が進められ、最近では 1kW 形メタルハライドランプ相当の製品も市場に出回るようになってきている。長寿命で省メンテナンス性を有することや、光の照射角を狭くすることが可能であり、不必要な光や光の漏れを極力少なくすることができ、光害対策面で有利であること。また、紫外線をほとんど放出しないため、誘虫性が低く周辺の生態系への影響が少ないこと、待機時間が無くすぐ明るくなる特徴から期待度は高い。しかし、現在市販されている高効率の HID ランプと比較すると､性能的にはまだ在来光源レベルに到達していない製品が多い。

### 3.6　アンケートによる器具の種類




| 器具種類 | 数量 |
|---|---|
| ライン形 | 61,094 |
| ダウンライト形 | 53,230 |
| 電球形LEDランプ | 11,281 |
| テープライト | 5,984 |
| 直管形LEDランプ | 4,298 |
| スクェア形 | 1,161 |
| スポットライト | 943 |
| ユニットライト | 609 |
| ブラケットライト | 496 |
| 誘導灯 | 282 |
| サイン･看板灯 | 201 |
| 外灯･庭園灯 | 182 |
| その他 | 1,506 |
| 計 | 141,267 |

**図-3.6.1　アンケート調査結果の器具種類別グラフ**

(一社)日本電設工業協会では、LED 照明の課題と問題点を認識して対応して行く必要があるとし、平成 22 年 6 月時点での会員企業の「LED 照明の施工状況」を把握する目的で、16 社に対してアンケート調査依頼を行った。アンケート期間は 6 月 1 日～6 月 25 日の短期間では合ったが、各社の協力のもと 492 件の回答件数を得た。新築工事で採用した件数が 283 件と全体の 58%であり、使用された器具台数は 141,267 台であった。アンケートの結果を図-3.6.1「調査結果の器具種類別グラフ」として示すが、使用された器具全体の 81%がダウンライト形とベースライト形（ライン形）、11%が直管形 LED

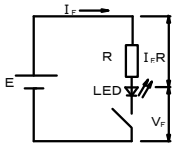
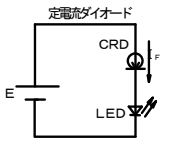
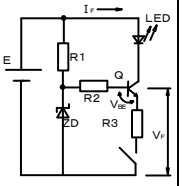
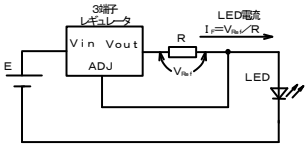
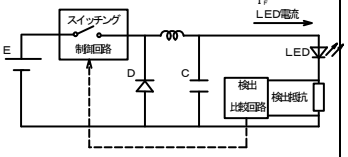
ランプと電球形 LED ランプであり、一般照明用の LED 照明器具及びランプ類であった。その他では、景観照明用テープライト等、コンパクトでありデザイン性を要求される部分に使用される器具が 4%であった。また、器具台数 141,267 台の中で採用された海外製品は 3,655 台であり、3%未満と少なく、品質面やアフターメンテなどの観点から考慮すると予想通りの結果であった。

今回の調査ではダウンライト形とベースライト形等の基本照明用途として直接被写体を照らす目的の器具が多かったが、今後は効果的に被写体を照らすだけでなく、間接照明や多彩なスペクトルを生かした空間を演出する機能が要求される分野や、HID ランプの代替になる多量の光束を照射する分野にも、LED 照明の特徴を生かした幅広い種類の器具が伸びて行くものと考えられる。

### 3.7 制御装置

LED モジュールは、白熱電球や蛍光ランプに比べて非常に低い電圧と小さな電流で点灯するため、制御装置が必要になる。表-3.7.1 に LED モジュールの代表的な点灯回路方式を示す。定電圧電源方式は一般に広く出回っている方式で安価で入手し易いが、LED モジュールはわずかな電圧変動でも電流値が大きく変動し、光にばらつきが生じるだけでなく、電流増加により寿命を損なう恐れがある。このため定電圧電源方式の場合は別に定電流回路を追加するなどの対策が必要になる。一方、定電流回路方式は LED モジュールの順電流を一定にする方式で、回路構成はやや複雑であるが、熱損失を抑制でき、効率よく点灯させることができる。高輝度且つ高出力を要求される照明用 LED モジュールの点灯回路方式には定電流回路方式が必須である。

**表-3.7.1 LED 照明用制御装置の点灯回路**

| | 定電圧点灯方式 | 定電流点灯方式 | | | スイッチング電源による電流制御方式 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ① 定電流ダイオード | ② トランジスタ | ③ 3端子レギュレータ | |
| 等価回路 |  |  |  |  |  |
| 概要 | 回路がシンプルかつローコストで実現でき、最もオーソドックスな方式。 | 一定の電流を流す定電流ダイオード（Current Regulative Diode）を使用する方式。 | トランジスタのベース電圧ＶＢを一にしておき、一定電流ＩＦ＝（ＶＢ－VBE）／$R_3$を得る方式。 | 3端子レギュレータの出力端子と可変端子の間に抵抗を挿入することで簡単に定電流を得る方式。 | 半導体スイッチのON/OFFで制御・整流することによって、安定した直流電源を出力する方式。最も使用されている方式。 |
| 特徴 | LEDの順電圧$V_F$がバラツキや自己発熱により変化した場合、順電流も変化するため明るさに影響を及ぼす。また、抵抗Rの熱損失の発生も考慮する必要がある。 | シンプルな構成だが、順電流の設定自由度がやや小さい方式。また、自己発熱により電流が低減する特性を持つため、場合によっては温度補償などの対策も必要となる。 | やや複雑になるが、比較的安定した順電流を確保しやすい方式。定電圧ダイオード（ZD）の替わりに抵抗を用いる場合もある。 | 3端子レギュレータの動作電圧とLED順電圧の合計以上の入力電圧が必要で、3端子レギュレータが負担する電力が大きいと効率が低下すると共に、発生する熱の放熱対策が必要となる。 | 高速にスイッチングするためノイズが発生し易く、高調波対策や力率改善などの回路が必要になる。定電流方式に較べると部品点数が増え複雑になるが、入力電圧範囲が広く、高効率である。 |

**出典：「LED 照明ハンドブック　第 3 章設計ガイドライン　3.3 回路設計」,p8～p10,LED 照明推進協議会**

### 3.8 調光装置

LED 照明の調光方式には、振幅制御とパルス制御がある。パルス制御は、明るさが変化しても色温

度が変わらないメリットがあるが、ちらつきが生じてしまう。そのため一般照明向けの調光方式は、直流電流の値を制御することで、明るさを調整する振幅制御を採用している。振幅制御には、位相制御された電源波形を入力する 2 線式タイプと、電源とは別に調光信号を入力し、LED モジュールに流れる電流の制御目標値を変えることで、明るさを調整する 4 線式タイプとがある。

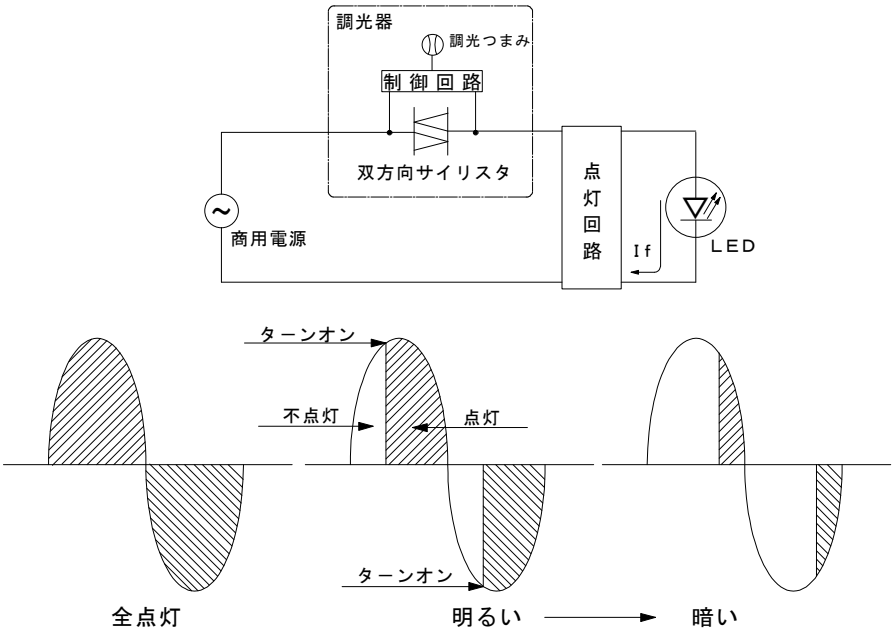
### (1) 2 線式タイプ

白熱灯と併用できるタイプで、電球形 LED ランプにも適用できる。図-3.8.1 に示すように、商用電源と点灯回路の間に、双方向サイリスタ（TRIAC）が挿入されており、調光スイッチのつまみを変化させることにより、双方向サイリスタが電圧波形をターンオンするタイミングを変え明るさを調整している。※2　2)

LED 照明器具には、図-3.8.2 の LED チップの順方向電圧（$V_f$）－順方向電流（$I_f$）特性が示すように、電圧（$V_f$）低いと電流（$I_f$）が流れず発光しない非発光領域がある。調光対応の LED 照明器具は、この非発光領域においても発光するようにダミー抵抗を付加して微小な電流が流れるようにし、入力電流が流れる領域ではダミー抵抗を切り離す制御を行い、非発光領域から低電流領域にかけても調光ができるようにしている。1)

ターンオン方式では電源周波数に同期したノイズが発生しやすく、ちらつき等が発生して、スムーズな調光が出来ない場合がある。これらの問題を改善した 2 線式逆位相制御方式の調光器※2 が最近開発され市場に出てきている。

*注記. ※2　発熱量が比較的少ないサイリスタスイッチを使用したターンオン方式が主流であったが、電流値の少ない LED モジュール向けに、ノイズやちらつきを抑える目的で、トランジスタスイッチ（FET）を使用した 2 線式逆位相制御方式も開発されてきている。*




参考文献：
鎌田征彦,高坂啓太郎,片野慈子,「LED 照明の省エネ点灯電源と調光制御技術」,p18,東芝レビューVol.65,2010 年 7

図-3.8.1　2 線式振幅制御と電圧波形

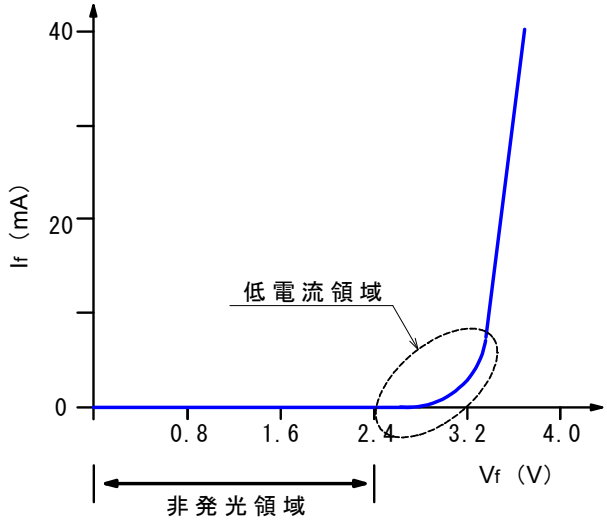
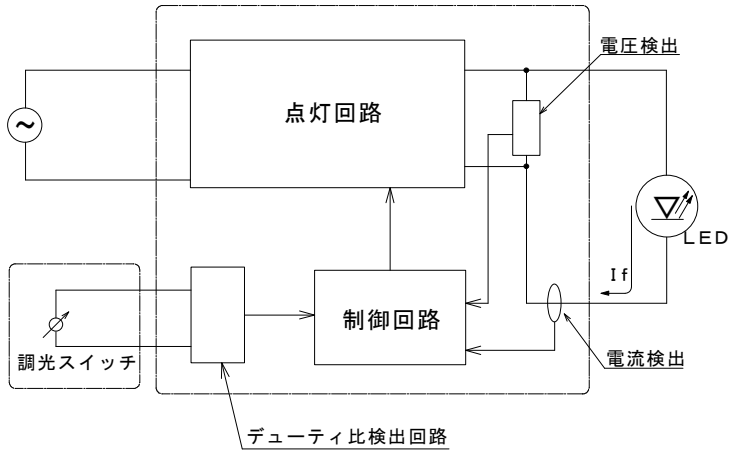



図-3.8.2　白色 LED の順方向電圧（$V_f$）
ー順方向電流（$I_f$）特性

(2)　4 線式タイプ

ダウンライト形やベースライト形の制御に使用されているタイプで、図-3.8.3 に示すように、調光スイッチからの信号に応じて、LED 照明の電流制御目標値を変えることで明るさを調節する方式である。図-3.8.2 に示す低電流領域では、LED 電圧をフィードバックして明るさを制御する方式とし、スムーズな調光を実現している。




参考文献：
鎌田征彦,高坂啓太郎,片野慈子,「LED 照明の省エネ点灯電源と調光制御技術」,p17,東芝レビューVol.65,2010 年 7 月

図-3.8.3　4 線式の振幅制御回路

参考文献
1)　「LED 照明の適正使用ガイド～正しい普及促進のための提言～」,p39,（社）日本電球工業会
2)　鎌田征彦,高坂啓太郎,片野慈子,「LED 照明の省エネ点灯電源と調光制御技術」,p18,東芝レビュー Vol.65,2010 年 7 月

## 4 章　現状と課題

LED 照明は 2.2 の特徴でも記述したように、従来の照明器具に無い特徴を有し、今後急速に発展して行くものと考えるが、健全に市場に浸透して行くためには次の問題を解決して行く必要がある。

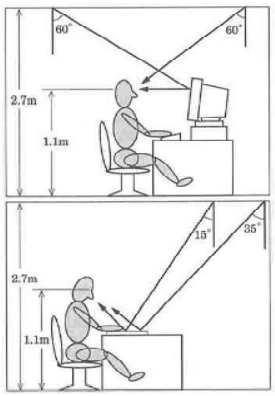
### 4.1　器具総合効率の向上

LED 照明器具の器具効率を向上させるためには、部品構成の中で最も重要な要素として 2.2.4 項で述べたように、LED チップの発光効率を上げることである。即ち LED チップの発光効率で照明器具の性能も決まってくると言っても過言ではない。しかし 2.4.2 項の図-2.4.2 で示す様に電源回路、高出力化（大電流）、器具効率（レンズの光学制御技術、器具本体の効率）、温度上昇の影響等により、LED チップの発光効率の 40～70%程度しか生かせない状況にある。また、温度上昇については器具そのものの放熱特性も重要であるが、器具を設置する周辺温度も大きく影響してくるので、施工者が放熱を考慮して設置することも重要となる。

現在、各照明器具メーカーでは、器具としての総合効率向上を図るため、これらの損失を最小限に抑える努力を重ねている状況であるが、省エネ競争のあまり器具効率を表す（ﾙｰﾒﾝ／W）値が多いことが即ち性能という見方をされ、照明器具が本来持たなければならない光の質が疎かになっている場合も見受けられる。省エネルギー性能を求めるばかりに、現在保持している光環境を悪化させ、心理的な悪影響を及ぼすような照明器具については、市場から排除されて行くことが望まれる。

### 4.2　高輝度（グレア）について

LED 照明器具は従来の照明器具と比較して、指向性が強く光束が拡散しにくいため、不快グレアが起こり易く、人により目の痛みが起る場合がある。現在販売されている照明器具メーカーの主力製品の一部にも眩しさを感じさせる輝度の高い製品があり、未だ十分に改善されているとは言い難い。これを解決するには、より拡散性の高いカバー等を採用し、光束を拡散させる必要があるが、器具効率と輝度対策は相反する関係にあり、カバー等を取付ければﾙｰﾒﾝ／W値は低下する。当初メーカーでは、光の質よりも省エネ性能を重視する傾向があり、多少のグレアは LED 照明の特性であり仕方ないとの考えがあったが、現在は JIS Z 9110:2010（照明基準総則）にも不快グレア※1 に関する記載があり、各メーカーは光学制御レンズや拡散カバー等に工夫を加え、不快グレアの低減と高輝度を両立させる努力を行っている。




$$UGR = 8 \times \log\left(\frac{0.25}{Lb} \times \sum \frac{L^2 \times \omega}{P^2}\right)$$

*Lb*: 背景輝度(cd/m²)
*L* : 観測者の目の方向に対するそれぞれの照明器具の発光部の輝度(cd/m²)
*ω*: 観測者の目の方向に対するそれぞれの照明器具の発光部の立体角(sr)
*ρ*: それぞれの照明器具の視線からの隔たりに関するGuthの位置指

図は照明ハンドブック（照明学会）より

図-4.2.1　不快グレア（屋内）の算出式

*注記.　※1　グレアを数値化し、人に与える影響度を一覧化したものが、JIS Z 9110 に記載されており、ここでは、不快グレアを作業上の誤り・疲労・事故などの原因になると定義している。長時間作業する執務空間等は UGR16 又は 19 が要求される。図-4.2.1 に不快グレア（屋内）の算出式を示す。*

### 4.3 価格について

一般照明器具として普及するには、従来形の蛍光灯器具・HID 照明器具に比べて 5～10 倍するコストが課題である。LED 照明器具の製造には従来の照明器具メーカーだけでなく、半導体関連メーカー等幅広い分野の様々なメーカーが参入しており一概には言い切れないが、まだコストが高いという印象が一般的である。コスト高の要因は LED チップ自体のコストと考えられがちであるが、放熱装置、配光制御レンズ、制御装置等が必要になるため割高になり、各部位のコストダウンも欠かせない要素である。また、LED チップのコストについては、日本では特許がコストダウンの足枷になっている面もある。しかし、青色 LED チップや白色 LED チップの基本特許は 1990 年代前半に出願されており、2010 年以降には出願から 20 年の特許有効期間が切れる。特に大手 5 社（日亜化学工業、豊田合成、OSRAM opto、米 Cree、Philips Lumileds）の基本特許が、2012 年以降逐次失効し始めるため、周辺特許の有効期間は依然と残るものの、特許網を潜って海外製 LED モジュールが大量に流入してくることが予想される。国内 LED メーカーもその対抗措置を取ることが考えられ、大きく値段が下がることが期待出来る。しかし、その反面、大量に流入するローコスト優先で、各規格・基準に定められた性能を満たさない品質の海外製 LED モジュールを搭載した製品が、市場に蔓延することが予想されるため、この時期までに安全性・品質確保のための法整備（電気用品安全法等）を明確にすることが必要であり、規格（日本工業規格等）では安全基準・性能基準等を整備することが期待される。更に、受け入れ試験の体制等が整い、粗悪品を排斥するシステムが出来上がっていることが、LED 照明の発展には欠かせない条件である。

### 4.4 演色性について

市場に出回っている LED 照明の Ra（演色性評価数）は低く、三波長蛍光ランプに比較し演色性が良くないと一般的にいわれているが、表-2.1.1 に白色 LED モジュールの主な方式と比較を示すように、高演色性の LED モジュールも開発されている。この中で現在は、青色発光 LED チップに黄色蛍光体を組み合わせた LED モジュールが、経済性と効率の観点からほぼ全ての白色 LED 照明器具に採用されている。しかしこの組み合わせでは、赤色が不足しており暖色系の艶やかさがなく、白色蛍光ランプに比較し青白い光となっているものが大半である。この方式の中には Ra（一般的に Ra70 程度）の数値ほど演色性は悪くなく、目視でハロゲン電球と判別できない色感を持つものもある。メーカーが不足している色味を補うために、不足する色の蛍光体を付加する等の工夫を行っている結果であるが、中には逆に見劣りする製品もある。工事後に被写体が色あせて見える等のクレームが発生することがあるので、事前に目で十分に確かめる必要がある。また、これとは別に光の三原色の青・緑・赤色光の LED チップや蛍光体を利用した高演色性白色 LED モジュールも開発されてはいるが、効率がまだ低く、一般用途の照明器具にはまだ採用されていない。将来的には、効率の改善と長寿命化、更には低価格化された光の三原色利用の器具を用いられるようになることが期待される。

*注記. 1) JIS Z 9110:2010（照明基準総則）の基本的な照明作業要件（屋内作業）では、従来の照明基準にグレア制限値と演色性の基準が加わり、長時間作業を行う執務空間については、良い照明環境を得るために UGR16 又は 19、Ra80 以上の基準が設けられた。*

*2) CIE では、従来の光源と同様の測定方法では特性を評価できないとしている。従って演色性評価についても新しい評価基準が導入される可能性がある。*

### 4.5 ノイズについて

LED 照明器具は高周波で電源回路を駆動している部分があるため、電磁放射対策を意識していない設計によっては、ノイズ（雑音）放射が多く出る可能性がある。ノイズ障害については、東北地方の商店街に設置された街路灯の電球を LED 照明器具に取替えたところ、街路灯が点灯している間、アナ

ログテレビや FM ラジオにノイズが入る受信障害が発生したと、2010 年（平成 22 年）4 月の新聞に報道された。この事例では、町や LED 照明器具を製造したメーカーが協力して解決したが、同様の電波障害による不具合が他の地域等でも発生している。電気を使用する製品は基本的にノイズを発生するため、電波の受信に多少なりとも影響をもたらしている。LED 照明器具の場合は、スイッチング電源を使用している場合が多く、未対策だとノイズが発生する可能性は高い。また、対策済みの器具でも、テレビやラジオ等との距離や電波の状況、使用する照明器具の数など幾つかの条件が重なることで、稀に電波障害を引き起こすことがあるので留意する必要がある。

**表-4.5.1　LED 照明器具の適用基準（例：パナソニック電工㈱の基準）**

| 項目 | 基準 | 基準値 | |
|---|---|---|---|
| | | 周波数範囲 | 限度値 |
| 雑音端子電圧 | 電気用品安全法 | 526.5kHz～5MHz | 56dB以下 |
| | | 5MHz～30MHz | 60dB以下 |
| 雑音電力 | 電気用品安全法 | 30MHz～300MHz | 55dB以下 |
| 雑音電界強度 | $CISPR_{pub15}$　※1 | 150kHz～450kHz | 87～74dB以下 |
| | ※2<br>旧電気用品取締法<br><br>$CISPR_{pub15}$ | 450kHz～1.605MHz | 60dB以下 |
| | | 1.605MHz～27MHz | 55dB以下 |
| | | 27MHz～230MHz | 50dB以下 |
| | | 230MHz～300MHz | 57dB以下 |

※1 CISPR:国際無線障害特別委員会（準拠）、電気照明ならびに類似機器の無線妨害特性の限界及び測定法（第5版,1996年3月）

※2 現行電気用品安全法に雑音電界強度の規定がないため、旧電気用品取締法の基準を採用。

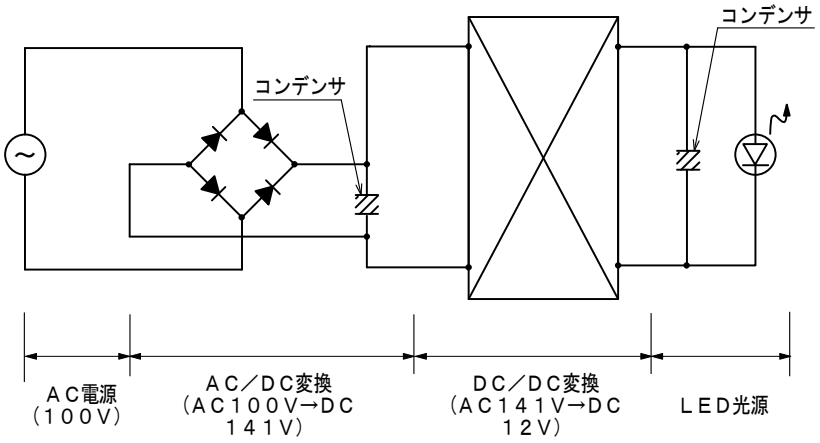
国内で販売されている電気機器製品は、電気用品安全法で定められている雑音端子電圧及び雑音電力の基準値を満足しなければならない。また、雑音電界強度についても国際無線障害特別委員会の定める規格（CISPRpub15：電気照明及び類似機器の無線妨害波特性の許容値及び測定法）を満足することが求められる。従ってこの規格や基準を満たす製品については、通常の使用で電波障害を引き起こすことはほとんどない。しかし LED 照明器具は電気機器製品でありながら、一部の機器（別置の LED 電源ユニット、電気スタンド、庭園灯器具等）を除いて電気用品安全法の規制対象外となっているため、電磁放射対策に関してはメーカーの自主規制に任せている状態である。表-4.5.1 に一例としてパナソニック電工㈱の社内自主基準を示す。

### 4.6　高調波について

制御装置の電源ユニットは、図-4.6.1 に示すように AC／DC 変換には、スイッチング用の整流器の直後に、平滑用のコンデンサが挿入されたコンデンサインプット型が多く採用されている。コンデンサインプット型のスイッチング回路は入力電流の波高値が高く、同じ周波数の正弦波に比べて高調波電流が多く発生する。高調波電流が電気機器や設備に流れると、その設備機器に余分な熱が発生して機器に損傷を与えたり、誤動作させたりする。また無駄なエネルギーが消費されることから社会的な問題となっており、国際的な規格 IEC61000－3－2 が 1995 年に制定された。欧州では、それに整合するかたちで、欧州規格（欧州電気標準化委員会）EN61000－3－2 が制定され、2001 年 1 月より施行されている。また、日本では JIS C 61000-3-2（2011）「電磁両立性－第 3-2 部：限度値－高調波電流発生限度値」が適用されており、電圧 300V 以下の商用電源に接続している定格電流 20A 以下の家

庭・汎用機器に対して、高調波電流の発生限度を規定されている。施工に際しては LED 照明用の制御装置の仕様が、の高調波電流発生限度値に対応しているかの確認が必要であり、メーカーに対して仕様書を提出させるのも一つの方法である。※1　しかし、JIS C 8105-3：2006「照明器具－第 3 部：性能要求事項通側」では、白熱電球、蛍光ランプ、HID ランプ、低圧ナトリウムを光源とする定格電圧が交流 600V 以下の一般照明について規定しているものの、LED 照明器具については適用されていないため、今後白熱灯、蛍光ランプなどの従来の照明器具に代わって LED 照明が増加した場合に「高調波抑制対策ガイドライン」（1994 年に資源エネルギー庁より通達）で制定する高調波環境目標レベルを対策無しでは守れない可能性も出てくるため、照明器具の性能を注意深く見て行く必要がある。

*注記. ※1 最近ではアクティブ平滑フィルタ等の高調波対策用の回路を採用した制御装置も市販されるようになってきている。*




**参考文献**：
**中西康夫. 電設技術,「LED の基礎知識」,p.32,平成 21 年 9 月号**

**図-4.6.1　LED 照明器具の制御装置の電源回路図**

### 4.7　色のばらつき

LED 照明器具は、製作時点で複雑かつ微妙な工程を持つ半導体製品であることと、白色を得るための蛍光体塗布量にも差が生じる等の複雑な要因により、現状では光量や波長にばらつきが生じるのはやむ得ない状況である。そのため個々の LED チップ・モジュール・製造時期等により、光色や明るさが異なることがあり、カタログ表記の数値は参考値であり保証値でないことを認識しておく必要がある。LED チップを選別し、器具組込み時に目立たなくする努力を行っているメーカーもあるが、これが低コスト化の障害となり、製造サイドの課題ともなっている。従って LED チップの性格上、若干のばらつきは仕方のないことと割り切る必要がある。

### 4.8　フリッカ及びちらつき

廉価な商品や制御装置を軽量にする必要がある直管形 LED ランプなどに、定電流ダイオード方式の制御装置が多く採用されている。図-4-8-1 の電圧波形図に見られるように、整流の平滑化（波形の凹凸具合をならして、波形を直線に近づけること）が十分でなく、波形の脈流による点滅がちらつきに見える製品も見受けられる。図-4.8.1 に脈流が顕著に見られる定電流ダイオード方式の波形と、スイッチング電源により電流制御方式の平滑化された波形を示す。図からも解るように、定電流ダイオード方式の脈流は波形に隙間（電圧 0V の部分が顕著）あり、完全に点滅している状態でちらつきが気になる。また、一般化している「スイッチング電源回路」でも平滑回路で除ききれない波形の乱れ（リップル）が残る場合がある。調光方式の LED 照明器具は注意が必要である。

因果関係は明確になっていないが、フリッカやちらつきは目の感度が高い人には気になり、場合に

よっては眼精疲労や体調不良を訴えることがある。また、ちらつきは人の目に気になるだけでなく、ビデオ撮影やデジカメ撮影時にも影響を及ぼすため、ベース照明で使用している場合は注意が必要である。図-4.8.1 に制御装置の電圧波形とちらつきの関係を示す。(社)日本電球工業会では対策として、ランプの出力電流波形のリップル率を 1.3 未満とし、波形の周波数を 100Hz 以上と要求している。

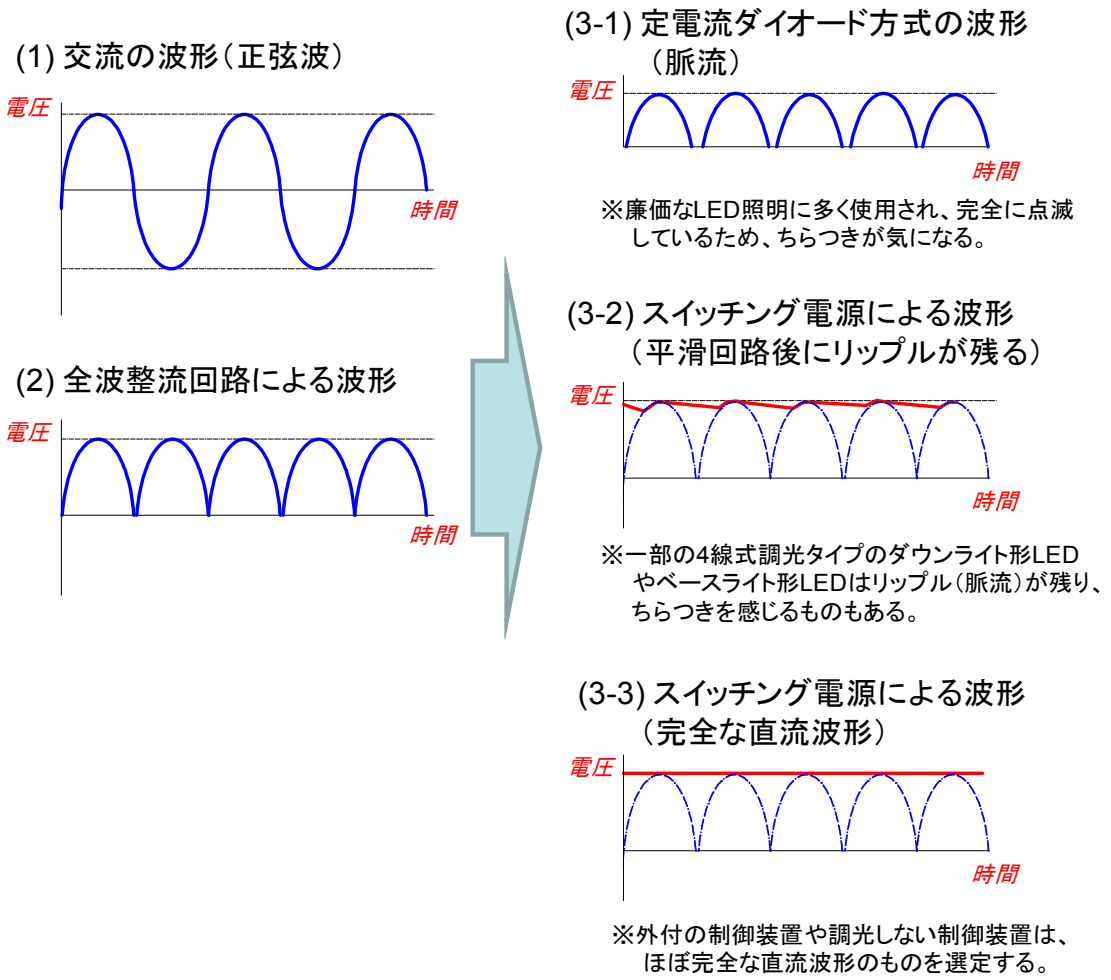



図-4.8.1　制御装置の電圧波形とちらつき

# 5 章　関連法規・規格との整合性と動向

## 5.1　電気用品安全法

LED を利用した光源や照明器具は、白熱灯や放電灯（蛍光灯、HID など）とは点灯の原理、構造などが異なることから表-5.1.1 に示す「照明器具の形状・用途により分類される電気用品」については電気用品の対象になるが、表-5.1.2 に示す「光源の種類により分類される電気用品」には該当しなかった。このため安全性や品質性能が満たされていない製品が市場に流出する可能性があり、消費者側からは安全・品質確保の観点から、メーカーからは安全設計の観点から法制度の整備が求められていた。

表-5.1.1　照明器具の形状・用途で分類される電気用品

| 電気用品名 |
|---|
| 電気スタンド |
| 装飾用電灯器具 |
| 広告灯 |
| ハンドランプ |
| 庭園灯器具 |
| 充電式携帯電灯 |

表-5.1.2　光源の種類により分類される電気用品

| 電気用品名 | 光源の種類 |
|---|---|
| 白熱電球 | 白熱電球 |
| 蛍光ランプ | 蛍光灯 |
| 家庭用つり下げ形蛍光灯 | 蛍光灯 |
| その他の白熱電灯器具 | 白熱電球 |
| その他の放電灯器具 | 放電灯（蛍光灯、HID灯等） |

このような背景を踏まえて関係機関などで検討が進められ、平成 22 年 5 月経済産業省製品安全課から、近年事故が散見される製品で急速な普及が見込まれる製品を、規制対象化するための「事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令について」※1 が出された。パブリックコメント（意見募集期間：平成 23 年 1 月 6 日～1 月 25 日）などの所要手続きを経て、平成 23 年 7 月 1 日に電気用品安全法施行令の改正※2 が閣議決定され、LED ランプ及び LED 照明器具について規制対象品目として追加された。

これにより LED ランプと LED 照明器具の製造業者は、定められた技術基準に適合する製品を生産し、基準への適合を示す PSE マーク（自主検査のみで表示できる特定電気用品以外を対象とした丸形マーク）を製品に表示しなければならなくなる。具体的には共通事項として、従来の照明器具と同じ基準（材料、構造、部品及び付属品、消費電力、雑音、電圧変動による運転性能の維持、二重絶縁構造、始動特性、漏洩電流測定など）の適用と、個別事項では口金の耐腐食性、ねじり強度、寸法、器具の重量制限、絶縁性能などが盛り込まれ、これに併せて LED 照明特有の特性の長寿命などによる経年劣化や寿命末期の安全性、ちらつきを無くす周波数などの基準が追加される予定である。

*注記.　※1　参考資料-2「事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について：経済産業省製品安全課」を参照のこと。*

*※2　参考資料-3「電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について：経済産業省商務流通グループ製品安全課」を参照のこと。*

図-5.1.1 に今回拡張された範囲をしめすが、「エル・イー・ディー・ランプ（LED ランプ）」については、定格消費電力が 1W 以上のものであって、1 の口金を有するものに限るとあり、2 の口金を有する直管形 LED ランプは対象とならない。これは、今回の狙いが急速に家庭に普及している電球形 LED ランプだったことと、直管形 LED ランプを対象にするためには、直管形特有の技術基準について検討が必要になることから今回の改正では対象外となった。

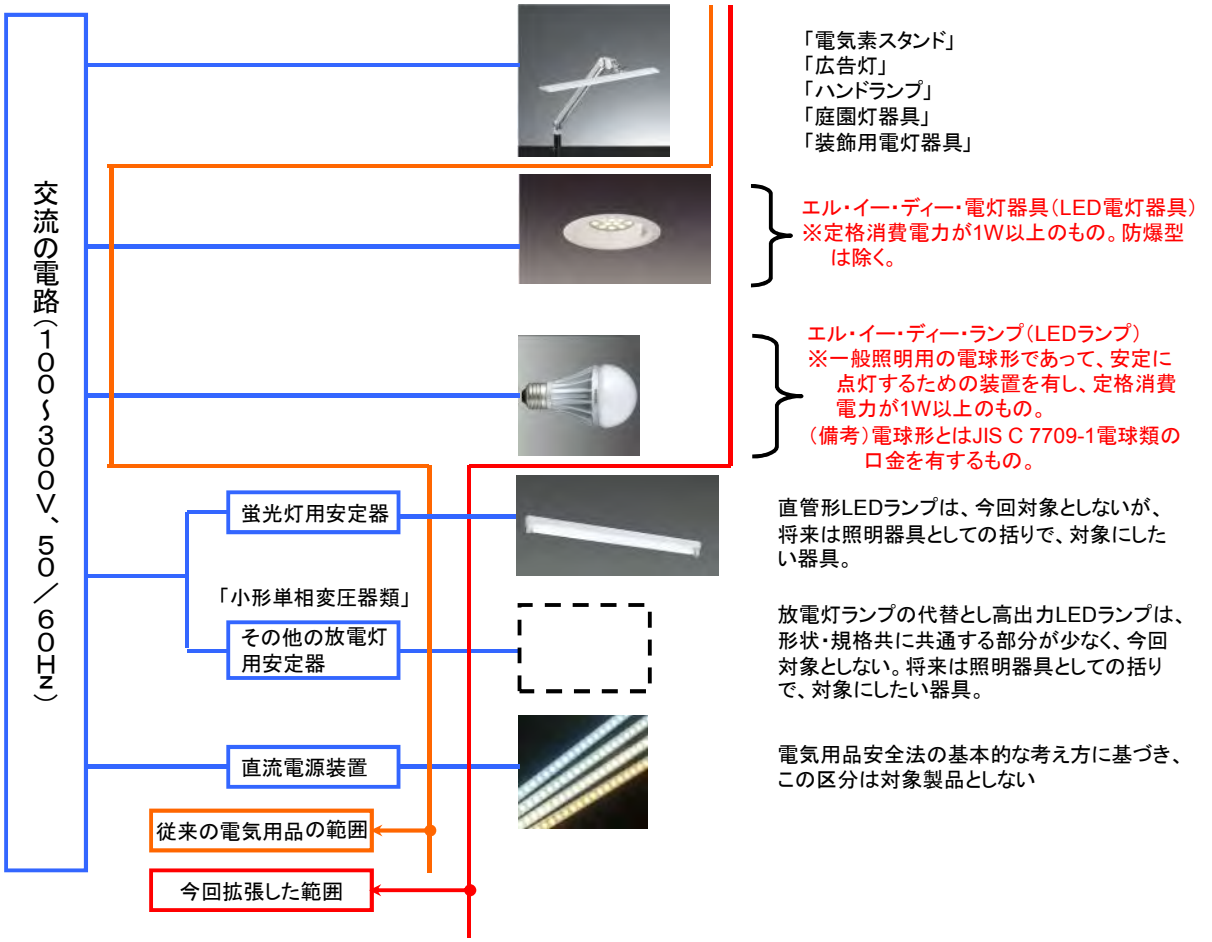



図-5.1.1　電子発光体照明器具（エル・イー・ディー・照明器具）と電気用品安全法の従来の範囲と今回拡張された範囲

## 5.2　日本工業規格（JIS）

LED 照明の正しい普及促進のためには、LED 光源・モジュール・電源・器具を開発する際に必要な、既存光源や照明器具の評価と整合が可能な LED 向けの測定方法・安全基準・性能要求事項の整備が必要であり、日本もやっと経済産業省、照明関連 4 団体（日本照明器具工業会、日本電球工業会、照明学会、日本照明委員会）を中心に基準・規格の策定を加速させる動きにある。表-5.5.1 に現行及び計画中の LED 照明に関連する JIS を示す。この中で照明器具に関する項は、現行では JIS C 8105-1 の安全性要求事項にしか規定されていないが、新たに JIS C 8105-3 の性能要求事項を規定する方向で進んでいる。しかし、LED 照明器具は従来の照明器具とは考え方が大きく異なるため、現行の JIS の本文に含めると解りにくくなるため、適用範囲、引用規格、用語及び定義を含めて検討中である。

また、LED 照明器具は JIS C 61000-3-2(2011)「電磁両立性－第 3-2 部：限度値－高調波電流発生限度値（1 相当たりの入力電流が 20A 以下の機器）」に適用される機器に該当し、この規格ではクラス C に分類される。クラス C では有効入力電力が 25W を超える機器を対象とした高調波電流発生限度値が示されている。

## 5.3　直管形 LED ランプの規格化の動き

### 5.3.1　日本電球工業会規格

－L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）－

従来の G13 タイプの口金を使用する直管形 LED ランプは、ランプの誤装着時のトラブルや器具改造後の互換性の問題などを有している。(社)日本電球工業会ではこれらの問題を解決する方策として、

2010 年 10 月 8 日に誤使用時の危険を無くすと共に、先行的に標準化を進めるとして、従来から使用していた G13 タイプ（JIS C 8105-1）の口金に変えて、新たに LED ランプ向け口金として L 形ピン口金 GX16t-5（日本電球工業会規格 JEL801：2010　L 形ピン口金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用））を規格化した。図-5.3.1 に示すように L 形ピン口金 GX16t-5 は G13 タイプの口金とは形状が異なり、片方にしか給電端子を備えてなく、他方は接地端子になっている。従って、誤挿入の恐れが無く、LED ランプ専用として作られたものである。

JEL801:2010 の規格で求められている直管形 LED ランプ、制御装置及びソケットに対する安全性、互換性及び性能についての要求事項の概要は次のとおりである。

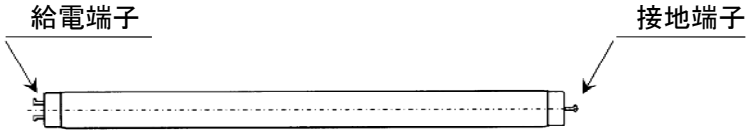



**図-5.3.1　L16 ピン口金 GX16t-5 の形状**

### (1)　ランプの要求事項 1)

1)　周囲温度が 10～50℃の範囲で正常に動作すること。
2)　ランプの制御装置は内蔵されていないこと、ランプへの給電は直流定電流であること。
3)　ランプの口金と対になるソケットはランプ落下防止の機能を備えたものとすること。
4)　通電用の口金以外の露出している金属部分には接地できる機能を備えていること。

### (2)　ランプの安全性要求事項 2)

1)　ランプには JEL907 に規定する口金を使用し、互換性を確保する。
*注記.　日本電球工業会規格 JEL907 は「電球類の口金・受金及びそれらのゲージ」に関する規格を示し、GX16t-5 の口金・受金及びそれらのゲージについて規定する。*
2)　口金には 1.0Nm のねじりモーメントを加えた場合 6 度を超えて回らないことや、ランプの質量は 500g を超えないことなど、構造と接合について規定した。
3)　周囲温度差 50K（絶対温度）における熱収縮変化は 2.0mm 以下であり、自重によるたわみは中央部で 10mm 以下と熱収縮及びたわみについても規定した。
4)　その他、ランプの感電保護、高湿放置後の絶縁抵抗及び耐電圧性、耐熱性、耐燃焼性など、安全性を重視した事項を規定した。

### (3)　ランプの性能要求事項 3)

1)　ランプの演色性は、JIS Z 9112 の演色評価数の規定に適合すること。
2)　ランプ配光は下方立体角 120°の範囲に 70%を超えて光束を集中させないこと。
3)　その他、始動特性、電気特性について、1)・2)以外の光学特性などを規定した。

### (4)　制御装置の要求事項 4)

1)　出力電流波形について、ランプ電流波形のリップル率は 1.3 未満とし、波形の周波数は 100Hz 以上であると規定した。
2)　定格入力電圧の一定の変動に対して、ランプ出力電流の変動は定格値の±20%未満であることと規定した。

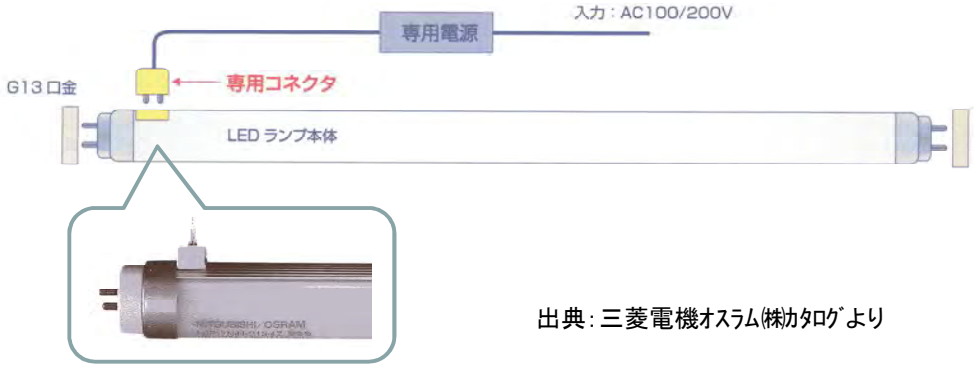
### 5.3.2　その他の規格化の動き

この他の規格化の流れとしては、ヨーロッパにおいて、改造を要しないスタータ式蛍光灯を代替対象とした直管形 LED ランプ規格化の検討が進められている。また、国内において従来の G13 口金をそのまま使用する方式で、安全性や性能要求を満足する幾つかの方式が検討されている。(社)日本電球工業会では工業会規格（JEL801：2010）以外でも、安全性・互換性が確保されれば、直管形 LED システムを規格として標準化することを認めており、今後複数の方式が提案されることが予想され、暫くの期間は幾つかの方式が並行して存在することになると考えられる。しかし、この規格化により規格が無く混乱していた直管形 LED ランプの方向性が徐々に固まっていくものと考えられ、ランプ交換やリニューアルなど、市場ニーズが多い直管形 LED ランプの採用が進んでいくものと考える。

G13 口金をそのまま使用する方式で、検討されているシステムを幾つか紹介する。

#### (1)　専用コネクタ給電方式の直管形 LED ランプシステム

図-5.3.2 に示すランプシステムは DC 電源非内蔵タイプに属し、電源と直管形 LED ランプを専用コネクタで接続し給電する方式である。既存の口金部（ソケット部）はランプの支持のみに使用するため、ランプ誤装着での不点灯はあるが、感電や短絡などの事故には繋がらない。このシステムは電極部（口金部）の改造を伴わず、そのまま G13 口金を使用することができ改造も簡単であることから、現在(社)日本電球工業会に規格申請が出されている。




出典：三菱電機オスラム㈱カタログより

図-5.3.2　専用コネクタ給電方式の直管形 LED ランプシステム

### 5.4　電球形 LED ランプの性能表示の規格化について

直管形 LED ランプ同様に、日本工業規格（JIS）において標準仕様を定めた規格が存在しないため、仕様や性能表示が各メーカーで異なるなどの問題が存在し、現状では消費者に解りにくい状態である。（例：白熱電球○W 形相当又は、○W 形と同等など表示がまちまちである。）従って、(社)日本電球工業会では、電球形 LED ランプの性能表示などがまちまちで消費者が正しく認識出来ず、混乱を招くのを避けるため、2010 年 7 月 16 日に「電球形 LED ランプ性能表示等のガイドライン 008：2010」を制定した。このように基準（規格）化の方向性もほぼ固まりつつあり、直管形 LED ランプに比べると完成されたランプと言えるが、仕様・性能表示及び LED ランプと取付器具との適合性については、十分な試験を行い、消費者に安全を担保すべきと考える。

### 5.5　国際規格化の動き

LED 光源の国際標準化に関する国際機関は、製品仕様の標準化を対象としている国際電気標準会議（IEC:International Electrotechnical Commission）と、光学特性の測定・評価方法の標準化を対象としている国際照明委員会（CIE:Commission Internationale de l'Eclairage）とがある。IEC は安全性に関する標準化を優先して取組んでいる。表-5.5.1 に LED 照明に関連する JIS と対応する国際規格

（IEC、CIE）を示す。

表-5.5.1　LED 照明に関連する JIS（現状・計画）と対応する国際規格
参考文献：鈴木　篤,「照明用 LED 光源の規格，試験方法について」,
電設技術平成 21 年 9 月号,p.38～41

| 規　格 | 規　格　名　称 | 制　定 | 国際規格 |
|---|---|---|---|
| JIS C 8105-1 | 照明器具・安全性要求事項 | 2010.3改正 | IEC 60598-1 |
| JIS C 8105-2 | 照明器具・安全性能要求事項*(LED照明器具は適用されず)* | 2010.3改正 | IEC 60598-2 |
| JIS C 8105-3 | 照明器具・性能要求事項*(LED照明器具は適用されず)* | 2006.2改正 | IEC 60598-3 |
| JIS C 8121-2-2 | プリント回路板ベースLEDモジュール用コネクタに関する安全要求事項 | 2009.3 | IEC 60838-2-2 |
| JIS C 8152 | 照明用白色発光ダイオードの調光方法 | 2007.7 | CIE 127 |
| JIS C 8153 | LEDモジュール用制御装置－性能要求事項 | 2009.3 | IEC 623848 |
| JIS C 8154 | 一般照明用LEDモジュール－安全仕様 | 2009.3 | IEC 62031 |
| JIS C 8155 | 一般照明用LEDモジュール－性能要求事項 | 2010.9 | |
| JIS C 8156 | 一般照明用電球形LEDランプ（電源電圧50V超過）－安全仕様 | 2011.3 | IEC 62560 |
| JIS C XXXX | 一般照明用電球形LEDランプ（電源電圧50V超過）－性能要求仕様 | 2011以降 | IEC 62612 |

## 5.6　海外の動向

### 5.6.1　米国の標準化の動きと米国エネルギー省（DOE）のレポート（CALiPER）

2005 年頃以降、米国エネルギー省（DOE）により主導的に LED 照明に関する標準化が進められている。また、米国標準技術局（NIST）が全面的なバックアップを行い、規格整備を含めて DOE による LED 照明器具の省エネ製品認証が行われている。その際 DEO では CALiPER※1（Commercially Available LED Product Evaluation and Reporting）プログラムを使って各種 LED 照明器具の性能評価を行っている。その中で直管形 LED ランプについては、「まだ現行の蛍光ランプに比べて性能が低く蛍光ランプ代替としては不十分であると評価を行っている。また、メーカースペック書に記載されている内容を満たさない製品も多く散見される」とレポートしている。

*注記.　※1 CALiPER Benchmark Report「Performance of T12 and T8 Fluorescent Lamps and Troffers and LED Linear Replacement Lamps : January 2009」にて性能評価結果を公表している。*

### 5.6.2　欧州における標準化の動きと欧州照明器具工業会のレポート

器具メーカーは標準化制定に関する組織的な動きを行っており、標準的な電球形 LED ランプや器具に関して、LED モジュールと制御装置がシステムと捉えられ、IEC（国際電気標準会議）においてオスラムを中心に国際標準化が行われた。これは既存光源を LED 照明に置替える場合を対象としたもので、電球形 LED ランプの性能決定における適用範囲。使用温度範囲と寸法、寿命の定義などを定めたものである。

また、欧州照明器具工業会（CELMA）から「T8、T10、T12 直管蛍光灯器具用ランプ置換え LED ユニット」に関してレポート（声明書）が 2010 年 2 月 22 日に出されている。レポートの内容は、LED ランプについてのリスクを指摘したものと、危険を回避するための勧告であり、安易な改造に対して警告を促している。以下に要約を示す。

1)　既設照明器具の改造は、適格な技術者が改造するのに適しているか調査して確認の上、技術者が行うべきである。
2)　関連する安全規格及び性能規格に従って改造すべきである。
3)　改造により元々の照明設計レベルが維持できているか、比較すべきである。

4) 照明器具を改造した後、同等の電気的安全性が確保できているか製造ライン過程における最終試験と同等の試験をすべきである。
5) あらゆる観点から適正であると判断されて、初めて改造を行うべきである。

### 5.6.3 韓国の規格化の動き

国家プロジェクトとして 5 年間で LED 照明の標準化を行う計画として、2007 年に LED Korea 協会が発足し、韓国産業規格（KS 規格：JIS 規格に相当）の制定・施行を行っている。韓国に於ける標準化は政府主導であり、LED 産業育成政策と密接に結びついている。従って、KS 規格の中で全世界に先駆けて、LED の規格を 2009 年 3 月に策定した。表-5.6.1 に LED に関する KS 規格の情報を示すが、この中では器具タイプや電球ランプ形については策定されたが、直管蛍光灯形については見送られた。

表-5.6.1 LED 照明器具に関する韓国 KS 規格

| 規格番号 | 規格名称 |
|---|---|
| KS C 7651 | コンバータ内蔵型LEDランプ（器具内蔵型の白熱電球の代替用） |
| KS C 7652 | コンバータ外装型LEDランプ（ハロゲン・ランプの代替用） |
| KS C 7653 | 埋込み型LED灯器具 |
| KS C 7655 | 固定型LED灯器具 |
| KS C 7656 | 移動型LED灯器具 |
| KS C 7657 | センサ搭載LED灯器具 |
| KS C 7658 | LED街路灯 |
| KS C 7659 | 文字看板用LEDモジュール |
| KS C 7660 | LEDモジュール駆動用 AC-DCコンバータ |

### 5.6.4 台湾の規格化の動き

現在、台湾経済部（経済産業省に相当）の標準検験局では CNS 規格（JIS に相当）の中で LED に関する標準化が進行中で、既に数件の審議が完了し早ければ 2010 年に施行されるものとみられる。

### 5.6.5 中国の規格化の動きと認証制度

中国政府が LED 照明を含む固体照明産業の発展支援を目的として 2004 年に設立した CSA（国家半導体照明工程産業連盟）内に、2007 年に標準化促進のためのグループが設置され、規格化、標準化の推進を行っている。また、中国の工業・情報化部 LED 照明標準化チームが LED 照明関連の標準化について制定作業を行っており、既に数件の標準化制定作業が完了している。

また、中国の安全認証制度には 2002 年 5 月 1 日に制定された CCC 強制認証制度により、CCC 認証マークを取得していない製品の中国への輸出、中国国内での販売が出来なくなった。対象となる照明器具製品には、安全と EMC について適用規格（照明器具の中国国家標準 GB7000 等）への適合が求められている。LED 照明器具については、固定式汎用 LED 照明器具、可搬式汎用 LED 照明器具、埋込式 LED 照明器具、「電源電圧 36V 以上、1000V 以下の LED 照明器具」などが対象となっている。但し、直管形 LED ランプ、電球形 LED ランプは破壊しない限り分解することが出来なため、認証適用範囲外となっている。

## 5.7 LED 照明器具の導入促進に関する法律

### 5.7.1 低炭素投資促進法

「エネルギー環境適合製品の開発及び製造を行う事業の促進に関する法律」で低炭素型製品の開発・製造を行う事業者に対する㈱日本政策金融公庫を活用した低利・長期の資金供給と、中小企業が

リースによるエネルギー環境適合品の導入を行いやすくするために、新たな保険制度の創設を講じるものである。この法律の第 2 条 3 項各号のエネルギー環境適合品（告示）の 3 項四号に発光ダイオードを光源とする照明装置が規定されている。該当する LED 照明器具の条件は以下のとおりである。

1) LED 照明器具の場合は、エネルギー消費率が器具全体の効率で 40 ㏮／W 以上であること。定格寿命は 30,000 時間以上であるもの。
2) 電球形 LED ランプの場合は、エネルギー消費率がランプ効率で 50 ㏮／W 以上であること。定格寿命は 20,000 時間以上であるもの。

従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する LED ランプを装着する照明器具については、当面の間対象外となっている。

### 5.7.2 グリーン購入法

グリーン購入法は循環型社会を形成するためには、再生品等の供給面の取組みに加えて、需要面からの取組みが必要であるという観点から、平成 12 年 5 月に循環型社会形成推進基本法の必要として「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」として制定され、平成 13 年 4 月 1 日より、施行された法律である。この法律は国、独立行政法人等及び地方公共団体による環境物品等の調達の推進、環境物品等に関する情報の提供その他の環境物品等への需要の転換を促進することにより、環境への負荷の少ない持続的発展が可能な社会を構築することを目的したもので、その特定調達品目には平成 23 年度からあらたに、照明器具では蛍光灯照明器具に加えて、LED 照明器具及び LED を光源とした内照式表示灯が加えられた。その判断基準は以下のとおりである。

(1) LED 照明器具

1) エネルギー消費率は、器具全体の効率で 40 ㏮／W 以上であること。
2) 定格寿命は 30,000 時間以上であること。
3) 特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。その情報が容易に確認出来ること。

(2) LED を光源とした内照式表示灯

1) 定格寿命は 30,000 時間以上であること。
2) 特定の化学物質が含有率基準値を超えないこと。その情報が容易に確認出来ること。

対象となる LED 照明器具は、照明用白色 LED を用いた、つり下げ形、直付け形、埋込み形、壁付け形及び卓上スタンドなどの器具である。新たに規格化された L 形ピンロ金 GX16t-5 付直管形 LED ランプ器具についても対象であるが、5.7.1 項の低炭素投資促進法同様に、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する LED ランプを装着する照明器具については、当面の間対象外となっている。

参考文献

1) 「L 形ピンロ金 GX16t-5 付直管形 LED ランプシステム（一般照明用）」,p4,日本電球工業会規格 JEL801：2010,（社）日本電球工業会
2) 〃,p5,〃,〃　3) 〃,p9,〃,〃　4) 〃,p13,〃,〃

# 6 章　施工上の留意点

## 6.1　適用規格について

LED 照明の規格等に関しては、発光原理が従来の照明器具とは全く異なるため、現在、器具の安全性や性能要求に関する規格整備が進んでいる最中である。また、消費者に対する安全性の確保、あるいは製造者の統一的な品質性能の確保といった観点から、関係団体等においても規格化への対応が急速に進められているところである。

(一社)日本電設工業協会としては、LED 照明に関する事項について、国が定める工業標準（規格）としての JIS（日本工業規格）を、統一的な安全、性能、品質、環境等に於ける重要な工業標準（規格）として捉えている。LED 照明に関する JIS については現在整備中であるが、既に制定されている JIS について安全性能事項と性能要求事項に分けて下記に記載しているので、関連する事項を遵守し施工に当たって頂きたい。尚、本項で記載している JIS については関連する事項のみを記載しているので、本文については該当する JIS の項目を参照されたい。

### 6.1.1　JIS(日本工業規格)に於ける安全性能事項

**JIS C 8105-1：2010**

照明器具－第 1 部：安全性要求事項通則

・適用範囲及び目的

この規格は、電源電圧が 1000V 以下の電気光源（白熱電球、蛍光ランプ、その他の放電ランプ、LED などの電子発光体）用の照明器具に適用する。この規格は、照明器具の分類、表示並びに機械的及び電気的構造に関する一般要求事項について規定する。この規格の各章は、第 0 章及び引用している関連章と併せて適用しなければならない。JIS C 8105 規格群の第 2 部として規定する照明器具の個別規格は、電源電圧が 1000V 以下の特定の形式又は特定のグループの照明器具の要求事項について規定している。第 2 部は、容易に改正できるよう、及び必要性があるときに新しい章を追加できるよう、個別に発行する。この規格は、安全性に関する電気的、機械的及び熱的要求事項について規定する。照明器具の光学的データの提示は、国際照明委員会（CIE）で検討中であり、この規格には含まない。

注記 1　照明器具の光学的特性は、JIS C 8105-3 の 8（光特性）に規定している。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

**JIS C 8121-2-2：2009**

ランプソケット類－第 2－2 部：プリント回路板ベース LED モジュール用コネクタに関する安全性能要求事項

・適用範囲

この規格は、プリント回路板（PCB）ベース LED モジュール用に用いられる各種の組込み用コネクタ（LED モジュール間の接続を含む。以下、LED モジュールコネクタという。）に適用する。この規格は、引用される JISC8121－1 の関連する各条項と併せて読まなければならない。

・各条項文章・・・省略
・JIS C 8121-1
ランプソケット類－第 1 部：一般要求事項及び試験

**JIS C 8147-2-13：2008**

ランプ制御装置－弟 2－13 部：直流又は交流電源用 LED モジュール用制御装置の個別要求事項

・適用範囲
この規格は、定格入力電圧が直流 250V 以下、及び交流（50Hz 専用、60Hz 共用）1000V 以下で、電源周波数と異なる出力周波数で使用するための LED モジュール用制御装置の個別要求事項について規定する。この規格に規定する LED モジュール用制御装置は、SELV 若しくは SELV 同等、又はそれ以上の定電圧及び定電流を供給するよう設計する。また、定電圧及び定電流以外の出力特性を持つ制御装置に関しても、この規格から除外しない。JIS C 8147-1 の付属書は、この規格に従って適用することができ、ランプという用語を使用する JIS C 8147-1 の附属書には、LED モジュールも含む。設備内の配線の一部を構成する据付形の LED モジュール用独立形 SELV 入力制御装置の個別要求事項は、附属書 I に規定する。性能要求事項は、IEC 62384 に規定する照明器具の一部をなすプラグイン制御装置は、器具内用制御装置として照明器具規格の追加要求事項に規定する。
・各条項文章・・・省略
・附属書 A（規定）
導電部が電源を生じる受電部であるかどうかを決めるための試験
・附属書 B（規定）
熱的保護機能付きランプ制御装置の個別要求事項
・附属書 C（規定）
加熱保護手段付き電子ランプ制御装置の個別要求事項
・附属書 D（規定）
熱的保護機能付きランプ制御装置の過熱試験方法
・附属書 E（規定）
ｔw 試験での 4500 以外の定数 S の使用
・附属書 F（規定）
風防容器
・附属書 G（規定）
パルス電圧の値の由来の説明
・附属書 H（規定）
試験
・附属書 I（規定）
直流又は交流電源用 LED モジュール用独立型 SELV 制御装置の追加要求事項
・附属書 JA（規定）（対応国際規格にはない事項）
直流又は交流電源用 LED モジュール用独立形クラス 0 制御装置の個別追加要求事項
・附属書 JB（規定）（対応国際規格にはない事項）
追加の安全性要求事項
・附属書 JC（規定）（対応国際規格にはない事項）

JIS と対応する国際規格との対比表

・JIS C 8147-1

ランプ制御装置－弟 1 部：一般及び安全性能要求事項

附属書 I（規定）二重絶縁又は強化絶縁をもつ器具内用磁気回路式安定器の追加要求事項

**JIS C 8154：2009**

一般照明用 LED モジュール－安全仕様

・適用範囲

この規格は、一般照明用として使用する LED モジュールの安全要求事項について規定する。制御装置内蔵形 LED モジュール以外の LED モジュールは、定電圧及び定電流の状態又は定電力の状態で駆動するものを対象とする。制御装置内蔵形 LED モジュールは、直流 250V 以下、及び交流 50Hz 又は 60Hz で、1000V 以下のものを対象とする。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）

試験

・附属書 B（参考）

LED モジュール及び制御装置からなるシステム概要

・附属書 C（参考）

製造工程における適合試験

・附属書 JA（参考）（対応国際規格にはない事項）

定格入力電圧が 50V を超える一般照明用電球形 LED（制御装置内臓形 LED ランプ）の安全要求事項

・附属書 JB（参考）

JIS と対応する国際規格との対比表

**JIS C 8156：2011**

一般照明用電球形 LED ランプ（電源電圧 50V 超）－安全仕様

・適用範囲

この規格は、家庭用又はそれに類する一般照明用に使われ、かつ、安定に点灯動作する装置と一体化した電球型 LED ランプ（以下、ランプという。）に要求する安全性及び互換性についての要求事項、並びにその合否判定に必要な試験方法について規定する。この規格で適用する LED ランプの範囲を、次に示す。

－定格ランプ電力：60W 以下

－定格入力電圧　：50V を超え 250V 以下

－口金：E 形（E11、E12/15、E14/20、E17/20、E26/25）、B 形（B22d）及び GX53

また、この規格の LED ランプは、既に標準化されている電球類を代替するものと、明確な代替対象をもたないものとに区分され、その両者を含む。この規格に規定する要求事項は、形式試験だけに関するものである。・・・以降省略

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（参考）
LED モジュール及び制御装置からなるシステムの概要
・附属書 B（規定）
点灯姿勢に制限のあるランプ
・附属書 JA（規定）（対応国際規格にはない事項）
包装又は取扱説明書の安全に関わる注意事項の表示
・附属書 JB（参考）（対応国際規格にはない事項）
検査
・附属書 JC（参考）（対応国際規格にはない事項）
照明器具設計のための参考情報
・附属書 JD（参考）
JIS と対応国際規格との対比表

**JIS C 61000-3-2：2011**

電磁両立性－第 3－2 部：限度値－高調波電流発生限度値（1 相当たりの入力電流が 20A 以下の機器）

・適用範囲
この規格は、商用電源系統に流入する高調波電流の制限について規定する。この規格は、規定の試験条件で、供試機器が発生する入力電流に含まれる高調波成分の限度値を規定する。高調波成分の測定は、附属書 A 及び附属書 B に基づいて行う。この規格に基づいた試験は、形式試験とする。特定の個別機器に対する試験条件は、附属書 C に規定する。この規格は、電圧 300V 以下の商用電源系統に接続して用いる定格電流 20A／相以下の電気・電子機器(家電・汎用品)（以下、機器という。）に適用する。ただし、この範囲外であっても、これを準用することを妨げない。・・・以降省略
・各条項文章・・・省略
・附属書 A（規定）
測定回路及び測定用電源
・附属書 B（規定）
測定器の要求仕様
・附属書 C（規定）
形式試験の条件
・附属書 JA（参考）
JIS と対応国際規格との対比表

### 6.1.2 JIS(日本工業規格)に於ける性能要求事項

**JIS C 8152：2007**

照明用白色発光ダイオード(LED)の測光方法

・適用範囲
この規格は、照明用途の白色の発光ダイオード（以下、LED という。）単体の CIE 平均化

LED 光度、全光束などの測光量及び全光束に対する光色に関する量を求める方法について規定する。なお規格は、複数の照明用白色 LED を基盤などに実装したもの（モジュール）についても適用できる。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）
LED 光源の直流駆動方式による点灯方法

・附属書 B（規定）
温度制御ソケット

・附属書 C（参考）
有色 LED 光源測定における受光器具備条件

・附属書 D（参考）
CIE 部分 LED 光束の測定方法

**JIS C 8153：2009**

・LED モジュール用制御装置－性能要求事項

・適用範囲
この規格は、JIS C 8154 に規定する LED モジュールと組み合わせて動作させる直流 250V 以下、及び 50Hz 又は 60Hz の交流 1000V 以下の電気制御装置の性能要求事項について規定する。この規格で規定する LED モジュール用の制御装置は、定電圧又は定電流を供給するように設計する。完全な定電圧及び定電流形以外の制御装置も、この適用範囲に含める。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）
試験

・附属書 B（参考）
引用製品寿命及び故障率の手引き

・附属書 JA（参考）
JIS と対応する国際規格との対比表

**JIS C 8155：2010**

一般照明用 LED モジュール－性能要求事項

・適用範囲
この規格は、一般照明用白色 LED 単体及び一般照明用 LED モジュールの性能及び表示について規定する。ただし、一般使用者が交換及び保守することを想定していない一般照明用 LED モジュールを組み込んで一体化した LED 照明器具、及び電球形 LED ランプは含まない。一般照明用 LED モジュールに供給する電力は、次による。

a）商用電源から直接得るもの。

b）商用電源から鋼鉄形の変圧器又は電子トランスを介して得るもの。

c）供給電圧の範囲は、直流 250V 以下、又は交流 50Hz 若しくは 60Hz で、かつ 1000V 以下

のもの。

この規格で規定する試験は、形式試験であって、製造業者が製造工程で行う個別のモジュールに対する試験方法は含まない。

・各条項文章・・・省略

・附属書 A（規定）
　電気的特性の試験方法

・附属書 B（規定）
　配光法による全光束測定

・附属書 C（規定）
　光束維持率試験及び寿命試験点灯条件

## 6.2　法規上の注意点

### 6.2.1　電気事業法と電気設備の技術基準との関係

電気事業法施行令第 1 条第 1 項三号に電気工作物から除かれる工作物として、「電圧 30V 未満の電気設備であって、電圧 30V 以上の電気設備と電気的に接続されていないもの」と規定されている。LED 照明は直流 12V 等の低い電圧で点灯するため、電圧 30V 未満の電気設備であることから電気工作物の分類に入らないと解釈されて、電気工事士以外でも工事ができると誤解されている場合がある。特に制御装置（電源部）別置型で、複数の LED 器具に制御装置から電気を供給するような場合であって、制御装置の電源が電力系統に直接接続されている場合は、制御装置の二次側回路の電圧 30V 未満でも、電気工作物と見做されるので注意を要する。図-6.2.1 に示す(a)のようにバッテリー等で点灯する場合で、電力系統から縁が切れている場合は電気工作物と見なされなくてよいが、(b)の電力系統から直接電気を受けるものは 30V 未満でも電気工作物になるため、工事において、この点を明確に理解し、電気設備の技術基準に従った適切な施工が要求される。また、(c)のコンセントを介して接続する器具の場合でも、制御装置と器具間の配線接続工事は、電気工作物に準じる扱いが必要であり、有資格者（電気工事士等）による施工が望ましい。

制御装置（電源部）から照明器具までの配線は専用のコネクタ付ケーブルを使用するのが望ましいが、これ以外を使用する場合は 30V 未満の二次側回路であっても、メーカーが指定する電線・ケーブル同等の性能を有するものを使用し、配線分岐箇所又は接続箇所はボックス内で圧着端子やコネクタ等を使用しておくことが安全性、メンテナンス性を考慮した場合に望ましい。また制御装置一次側 AC 電源回路と二次側 DC 回路を誤って接続した場合は機器の故障、損傷、火災の危険性があるので注意する。

電源別置形の場合で、入力電圧が低圧の制御装置に D 種接地が必要になるが、照明器具には法規上必要でない場合もある。しかし強電電線の近くに設置する場合などは混触による感電事故防止のため接地を設けることが望ましい。

最近 LED モジュールを組み込んだディスプレイやサイン灯での漏電・発煙事故等の報告がなされているが、その中には電気工事の資格を持たず、電気に関する知識を持たない者が施工した例もあり、区分を明確にして安全性を確保する必要がある。また、事務機メーカー等が提供する間仕切りパネル等に、タスク照明として LED ランプを組込むケースがあるが、電気工作物であるか否かの区分を明確にして対応する。

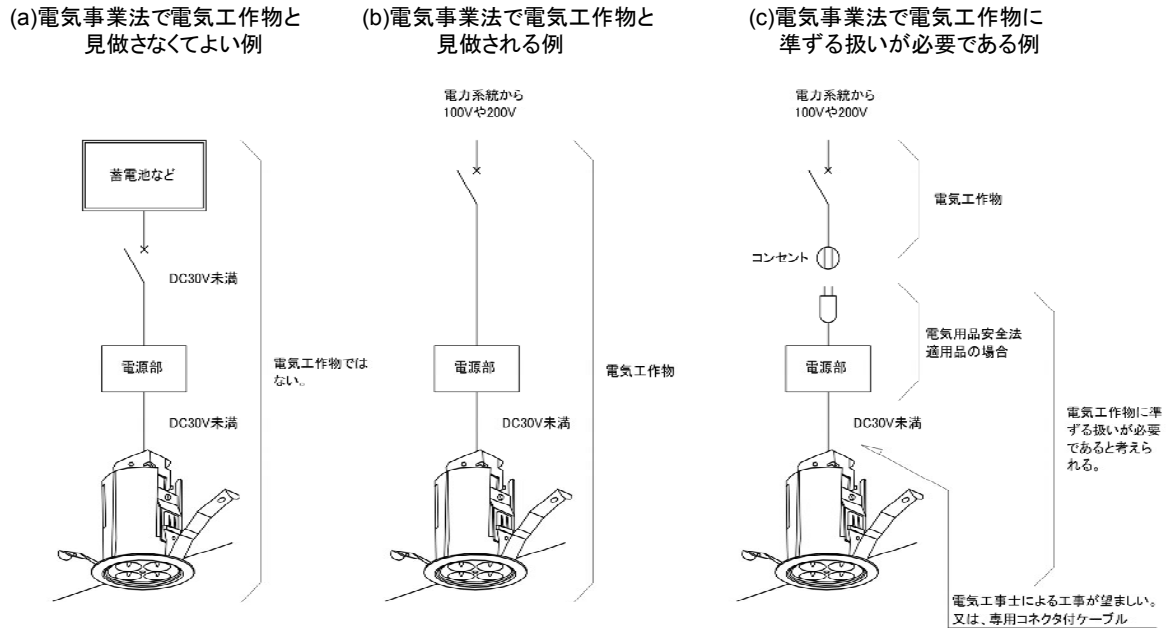



図-6.2.1　電気事業法施行令と LED 照明

### 6.2.2　電気用品安全法との関係

5.1 項で記述したように、LED 照明は電気用品安全法の規制対象外（2011 年 4 月 1 日現在）であり、法律上 PSE マークを表示することはできない。そのため消費者から見た場合に、製品が従来の PSE マークレベルの安全性を有するか否かを判断するのは、非常に難しいのが実情である。また、LED 照明関連機器の中では、単独で使用する電源装置や制御装置を対象品目と見なすこともできるが、LED 照明の専用付属品として捉えれば規制対象外となる。

*注記. 製造者によっては、電源装置や制御装置で PSE マークを取得していることを、あたかも LED 照明そのものが、PSE マークを取得しているように宣伝しているものもあるので注意する。*

しかし、市場に LED 照明の商品が増えてきたことにより、経済産業省並びに関係団体では、LED 照明にも家電製品と同様の安全性を求めるために、電気用品安全法の適用対象とすべく準備が進められている。現段階では法規制外でも関連する技術基準（表-5.5.1 に記載している日本工業規格 JIS C 8105-1：2010 等の技術基準）に準拠した製品の選定が必要である。特に機種の選定に当たっては、この点に留意し、製造者の安全基準、試験内容、性能評価データ等を確認する。国内の照明器具製造者の場合は、従来 JIS 等の技術基準に準拠した試験が照明器具に実施されており、LED 照明についても準拠した試験がなされ、それを基に性能評価データが整備されていると考えても差し支えない。照明器具製造者以外の新規参入者又は規格の異なる海外等の製造者の場合には、第 3 者機関（公的機関等）にて評価された性能評価データを提出させることも一つの方法である。

## 6.3　器具の選定

2010 年後半から LED 照明は、時代のニーズに相まって幅広い機種に亘り製作されるようになり、種類だけ見れば白熱電球、蛍光ランプ及び放電灯の代替としてラインナップされてきている。しかし、20 世紀の光源として発展し浸透してきた白熱電球、蛍光灯ランプ及び放電灯については、それぞれが持つ配光特性にマッチした照明器具が作り出されており、配光特性の異なる LED ランプが全てを代替できるわけではない。その点を踏まえ、器具の選定に当たっては光色、演色性及び配光分布データ等、器具として必要なデータを把握し、LED ランプと白熱電球、蛍光灯ランプ及び放電灯の使わけを考え

る必要がある。また、LED ランプは性能等の規格化を待たずに日々進歩しており、製造者独自の規格にて作られたデータで互換性のないデータや、信頼性に欠けるデータ等が存在し、器具選定に必要なデータが揃わない場合が考えられる。その場合は事前に照明器具の点灯実験を実施し、光色、演色性及び配光分布を把握することを推奨する。

### 6.3.1　器具の使用条件

LED 照明は表-6.3.1 の範囲で使用することになっている。これは蛍光灯器具、放電灯器具同様の使用条件であり、モジュール・ランプだけでなく制御装置を含めた内部機器の使用条件である。

**表-6.3.1　照明器具の使用条件**

| | |
|---|---|
| 電源電圧 | 定格電圧±6% |
| 周波数 | 50Hz・60Hz 共用 |
| 器具周囲温度 | 5℃～35℃ |
| 相対湿度 | 85%以下 |

#### (1)　周囲温度 5℃～35℃の範囲について

LED 照明において、使用範囲外の低温環境での使用は、結露の発生やヒートサイクルにより、不点・絶縁不良・発煙発火等が起きる恐れがあり、高温環境での使用は、不点・絶縁不良・発煙発火等に加えて、LED モジュール又はランプの寿命を損なう原因となる。従って、仕様説明文等に特に表示のあるものを除き、周囲温度 5℃～35℃の範囲で使用する。(ただし、自然現象により一時的に範囲を超える場合は除く。)

LED ランプの使用推奨温度は 5℃～40℃で、器具と LED ランプでは温度設定に大きな差はないが、やや異なる点には注意をする。

#### (2)　粉塵・腐食性ガス等の影響を受ける場所及びの多湿環境での使用について

LED 照明は内部に電子部品を有するため、腐食及び汚損等の恐れがある場所での使用は避けるようにする。多湿部分については IPX5※1 相当の防水性能を有するモジュール又はランプがあるが、IPX5 以上の性能でも材質の耐候性能の点で、屋外では使用できないモジュール及びランプがあるので注意する。この場合はモジュール及びランプでは屋外仕様に対応ができないため、照明器具本体を屋外仕様にして耐候性能をカバーする。

*注記.　※1　水の侵入に対する保護等級で、防水性能の指標は"IPX"で表わされる。IPX-5 はあらゆる方向からの噴流水による有害な影響がない防噴流形の性能を有する。*

#### (3)　振動・衝撃の強い場所での使用

LED モジュールはガラス製ランプに比べて壊れにくい性質があるが、器具の強度設計で耐強度基準が決まるため、原則として衝撃の強い場所や常時振動のある場所での使用は、器具・ランプ等の落下や劣化の要因になるため、避けるように計画する。

### 6.3.2　制御装置と LED モジュールの適合性

各 LED モジュールは専用の制御装置（電源ユニット）を使用することを前提に設計されているために、他の制御装置は原則として使用できない。内照看板工事等で制御装置と LED モジュール組合せを施工者で選定する例もあるが、制御装置と LED モジュールのメーカーが異なる場合は、その適合性を計画段階で十分検討することが重要であり、それぞれのメーカーと綿密な打合せをする。

### 6.3.3　光源の色むらについて

4.7 項の色のばらつきでも述べたように、LED チップの性格上、若干の色のばらつきは止む得ないことであるが、高効率を追求した効率重視型の LED 照明と演色性を追求した演色性重視型の LED 照明とでは、同じ光源色でも色温度・色偏差が若干異なる場合があるので、設計・施工時に留意する。

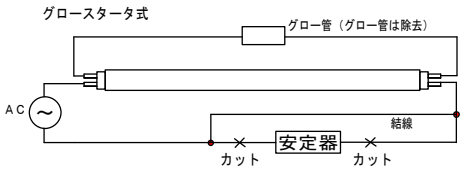
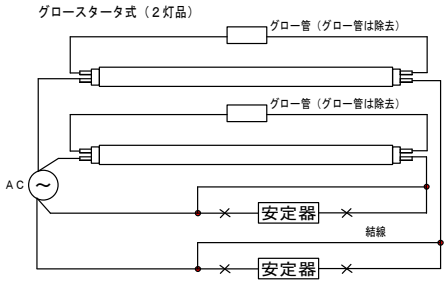
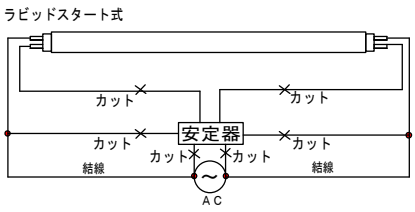
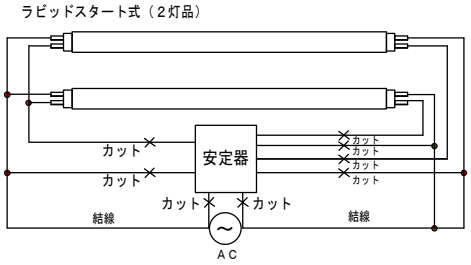
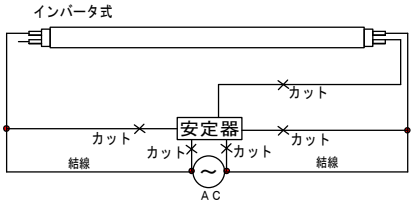
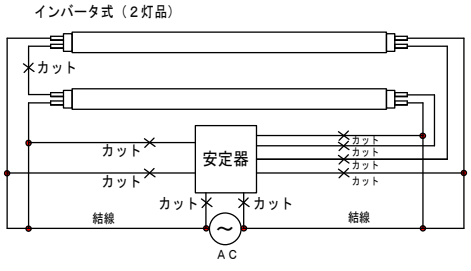
### 6.3.4　直管形 LED ランプ使用時の注意点

ここでは、従来の蛍光灯ランプと構造的に互換性を有する直管形 LED ランプについて記述する。直管形 LED ランプを使用する場合、表-3.1.1 に示すように、商用電源直結形、既設安定器接続形及び DC 入力形の 3 タイプに分類できる。各 3 タイプ共に安全面での問題があるため、原則としては使用を控えるべきであるが、敢えて使用する場合の注意事項や問題点を以下に示す。

#### (1)　商用電源直結形の場合

既設器具の安定器を撤去して商用電源を直結させる場合は、表-6.3.2 に示すように、グロースタータ式、ラビッドスタート式、インバータ式各々に、異なる器具内配線の改造工事が伴う。表中の配線改造図からも解るように、電源印加の個所、改造仕様も異なっており、互換性が全くないため一旦改造された器具には、蛍光灯や種類の異なる直管形 LED ランプが、再び装着されることを想定した安全対策が必要であり、安全性の確認が重要になる。

表-6.3.2　各スタート方式の器具内配線工事

| | 1灯用蛍光灯器具の場合 | 2灯用蛍光灯器具の場合 |
|---|---|---|
| グロースタータ式 |  |  |
| ラピッドスタート式 |  |  |
| インバータ式 |  |  |

1) 器具配線の変更（改造）に伴う品質保証※1が難しい。

*注記. ※1 (社)日本照明器具工業会では、製造者は安定器及び関連電気部品を含む器具全体でその性能、品質について責任を負っているが、直管形 LED ランプの装着に伴って改造された製品については、製造者としての責任を負うことができないとしており、改造に係る事故、不具合についての責任は改造実施者にあるとしている。*

2) 改造で安定器を取り除き商用電源直結とした器具に、再び蛍光ランプを取り付けた場合には、負特性※2のためランプ電流が過大になり、電源の短絡状態が発生する可能性がある。

*注記. ※2 負特性とは、印加電圧の増加に対して電流が減少する特性であり、逆に電圧が減少すると電流が増加する特性。蛍光ランプの場合には、安定器の二次電圧は始動時商用電圧より高いため、安定器がないと電流が増加する。*

3) 異なる種類の直管形 LED ランプを装着した場合にも不点灯や電源短絡等のトラブルが起こる可能性がある。

4) 両端の端子から電圧を印加するタイプ（表-3.1.1 のタイプ 7）は、片方の端子にランプを差込んだ場合に反対側の端子に電圧が印加され感電する恐れがある。

5) 点灯管（グロー球）を外して使用するものは充電部が露出することになり、感電対策が必要となる。

**⑵ 既設安定器接続形の場合**

3.1.1⑵で記述したように、既設蛍光灯安定器のタイプは大別するとグロースタータ式、ラピッドスタート式、電子式（インバータ式）の 3 タイプであるが、直管形 LED ランプが全ての回路方式に対応できるとは限らない。誤使用によるトラブルが起きない対策が必要である。

1) 安定器は JIS で規定された蛍光灯ランプとの組合せを前提に設計・評価されており、異なるランプを装着された場合の品質・安全性の保証はできない。

2) ラピッドスタート式安定器に、誤って商用電源直結形又は DC 入力形の直管形 LED ランプを接続すると、種類によっては安定器とフィラメント巻線間が短絡し事故に繋がる可能性がある。

3) グロースタータ式など、点灯管（グロー球）を外して使用するものは充電部が露出することになり、感電対策が必要になる。

4) 相当時間使用後の器具に、直管形 LED ランプを装着した場合は、更に継続することによる安定器等の経年劣化に起因する危険性が生じることが考えられ、期待寿命（例：40,000 時間以上）が保証できない。

**⑶ DC 入力形の場合**

1) 異なる種類の直管形 LED ランプを装着した場合に、不点灯や電源短絡等のトラブルが起こる可能性がある。

**⑷ 共通**

1) 蛍光ランプ用ソケットの耐荷重質量（許容限界 500g）を超えているものは、振動による落下の危険性があり、脱落防止等の金具が必要。（蛍光ランプに比べて直管蛍光灯ランプ形 LED は重いものが多い。）

2) 放熱部分が樹脂製のものは熱により膨張して管本体がたわみ、脱落する可能性がある。

3) 器具の各部で樹脂製のものを使用している場合は、異常時の発熱により溶けて変形し、落下の危険性があるため、耐熱性のある樹脂を使用する等の安全対策が必要である。

### 6.3.5　電球形 LED ランプ使用時の注意点

#### (1)　寸法、形状、質量

電球形 LED ランプは内部に制御装置を内蔵するため、表-6.3.3 に大きさ等の比較を示すが、白熱電球に比べて最大径が大きいものが多い。また口金近傍の形状が白熱電球より太いものがあるために、一部の照明器具等に装着できない場合があるので、事前に確認が必要である。また、質量が白熱電球の 3～6 倍と重く、1 台の器具に複数のランプを装着するような多灯型の器具には、重量対策が必要な場合もあるので注意する。

表-6.3.3　白熱電球と電球形 LED ランプの製品比較

| ランプの種類 | 直径 (m) | 全長 (m) | 質量 (g) | 消費電力 | 全光束(lm) | | 寿命 (h) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 電球色 | 昼白色 | |
| 白熱電球 | 55 | 98 | 30 | 54W | 810 | | 1,000 |
| LEDランプ(T社) | 60 | 109 | 140 | 6.9W | 380 | 565 | 40,000 |
| LEDランプ(P社) | 55 | 105 | 100 | 6.9W | 450 | 570 | 40,000 |
| LEDランプ(S社) | 60 | 109 | 184 | 9.2W | | 820 | 40,000 |
| LEDランプ(I社) | 60 | 106 | 125 | 6.3W | 320 | 410 | 40,000 |
| LEDランプ(N社) | 60 | 113 | 120 | 7.5W | 405 | 550 | 40,000 |

#### (2)　発光効率

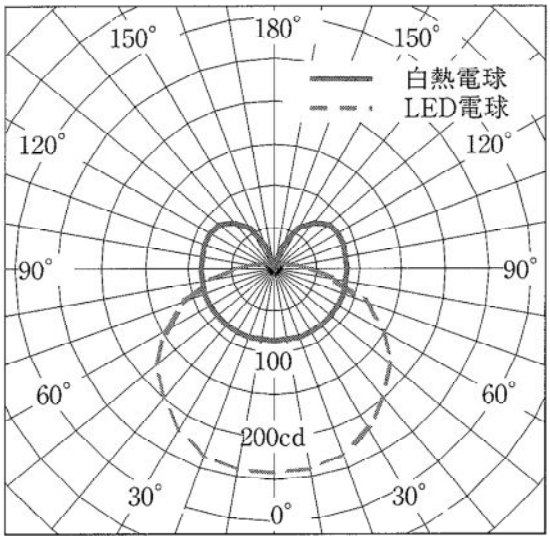
60W 相当の LED ランプの発光効率は電球色系では 54～65 ㏐／W であるが、昼白色系では 73～89 ㏐／W と電球形蛍光ランプの効率を上回る製品もあるが、メーカー間の性能差が大きいことと、公表数値と実測値に乖離が見られる製品もあるので、留意して選定にあたる。また、高効率の昼白色系 LED ランプは、平均演色評価数 Ra が 80 未満の効率を追求した製品が主であるため、点灯した後に眩しいとか、物の見え方に違和感を覚える等のクレーム要因になるので注意が必要である。

#### (3)　色温度

色温度の低い暖色系の器具は色温度の高い器具に比べて全光束が 22～33%程度低く、その分平均演色評価数 Ra は 80 を超える製品もあり、演色性を考慮した製品開発が行われているのが窺える。色温度を基準として LED 照明を選定する場合には、色温度の低い暖色系のモジュール又はランプは色温度の高い物に比べて、一般的に全光束が小さく照度不足になるケースあるので注意が必要である。最近は色温度を変えても全光束、平均演色評価数が変わらないモジュールも開発されており、雰囲気に合わせてモジュールを交換可能な製品も市場に出てきている。

#### (4)　配光特性

図-6.3.1 の配光比較に示すように、白熱電球のビームの開きがおよそ 300 度であるのに対して、電球形 LED ランプは 120～150 度の範囲にあり、下方向主体に発光するためランプ光束が低くても水平面照度が優れている特性がある反面、白熱電球と同等の配光が得られるわけではないため、白熱電球と雰囲気が大きく異なることがある。使用用途や使用器具によってランプや光束値の種類を選定する。




**配光比較の例**
**（ランプ光束1,000㏐当たり）**

出典：久安武志,森山厳與,「LED 照明の普及に向けた課題と展望」,J.IEIEIpn.Vol.30 NO.1,2020 年 1 月

図-6.3.1　白熱電球と電球形 LED ランプの配光特性比較

### (5) 設置場所の注意

電球形 LED ランプは形状が白熱電球に似通っているため、使用場所に制限があることが一般の消費者に、理解されずトラブルが絶えなかった。その大半は防水対応品でないランプを浴室等、湿度の高い所で使用することによる水での劣化や、放熱孔のないグローブ器具や、断熱施工型ダウンライトに装着できないランプを取付けることによる熱劣化である。

寿命の問題や、熱による損傷等の観点から放熱が重要であることから、密閉構造の器具には取付けられなかったが、最近は密閉構造の器具に使用できる製品や、防水対応品も開発される等、製品のバリエーションも増えてきている。ただし、効率を追求する高出力型の製品には密閉対応品や防水対応品が少ないので注意すること。また、防水対応品のランプであっても屋外で使用する場合は、ランプのカバー部分が樹脂であるため耐候性に適さないものもあり、防水カバー付器具等に取付ける等の対応が必要になる。

## 6.4 設計での検討

### 6.4.1 照明設計の特徴

### (1) 照度計算での課題

従来光源（蛍光灯、放電灯等）を基準とした照明設計は JIS 照明基準に基づく平均水平面照度を算出して照明器具の選定を行うのが主流である。しかし LED 照明の場合は白熱ランプ、蛍光ランプ及び放電灯に比べて光の直進性（指向性）が強く、単に平均水平面照度を算出するやり方では床・机上面（水平面方向）に光束が集中し壁面（垂直面方向）への光が不足し、空間の明るさ感が足りない雰囲気の悪い光環境しか作り出せない結果になる。また、LED 照明は様々な配光の器具が存在するため、平均水平面照度のみ算出して照明計画を行う方法では無理がある。LED 照明に適した照明設計法が出てくるのが待たれる。

### (2) 演色性での検討

JIS Z 9110 照明基準総則では、作業別の推奨表に平均演色評価数 Ra が加えられており、CIE（国際照明委員会）でも用途により推奨する基準が定められている。このように、照明設計において照度とグレアに加え、演色性も重要な要素である。

平均演色評価数 Ra は、表-2.2.2 に示す 15 試験色の内 R1～R8 までの 8 試験色を対象となる光源と自然光（基準光）で照明した時の色ずれの大きさを数値化したものであり、その平均値としてあらわされる。しかし、演色評価数は基準光とのずれの方向が適正な方向にあるかどうかは関係なく数値化されるので、演色評価数が高くても好ましい色に見えない場合がある。青色発光 LED チップに黄色蛍光体を用いて白色を作り出している白色 LED モジュールの場合は、平均演色評価数 Ra が 80 以上でも、特殊演色評価用の試験色 R9（Strong Red:4.5R4/13）に対する演色評価数が低い場合は冷めた色見になるため、赤色蛍光体を混ぜて是正しているメーカーもある。このように、LED 照明の場合は、平均演色評価数 Ra だけでなく、どの試験色に対する演色評価数が高いのかにより、被写体の見え方異なるため、演出を考慮する場合は、各試験色に対する演色評価数にも注目する必要がある。

一例として図-6.4.1 に異なるメーカーの高演色性及び中演色性 LED ランプの器具と一般 LED ランプの器具の各演色評価数グラフを示す。同じ平均演色評価数 Ra85 の中演色性ランプの器具でもメーカーが異なると、各演色評価試験色での数値が異なってくる。2 社の中演色性ランプのダウンライト（Ra85）を比較してみると、R4、R7、R8 では 3～4 ポイント程度の評価数の差であるが、特殊演色評価用の R10 で 8 ポイントの大きな差が生じている。個々の演色評価試験色で大差が生じても平均演色評価数では Ra85 で片付けられてしまう。従って、演色性を重視する被写体の場合は、この点を考慮して机上だけでなく、事前に実被写体を対象とする実験を行うのなどの配慮が必要になる。

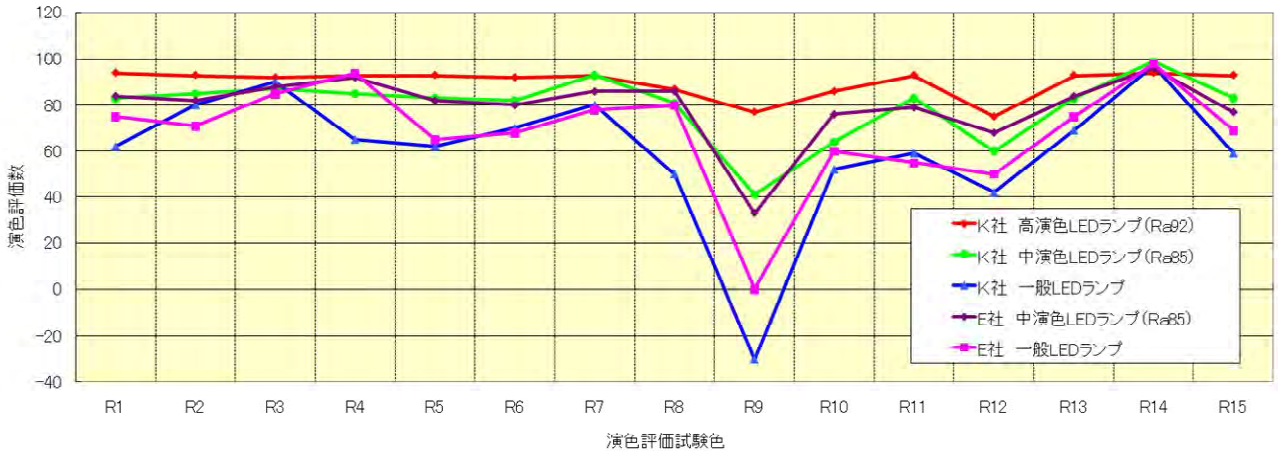



図-6.4.1　各 LED ランプの演色評価数グラフ

### (3)　色温度と視覚心理、視覚生理

色温度 3000K は暖かみのある色で、4200K は落ち着きのある色、5000K は活動的な色と言われるように、照明の色温度変化が視覚心理、視覚生理等、人間に対して心理的影響を与えると言われている。最近、オフィスでの作業性向上を目的とした色温度と照明の関係等が盛んに研究されており、研究だけでなく、オフィス照明設計の中に照度計画に併せて、色温度計画についても盛り込む例が見られるようになってきている。

LED 照明はモジュールの構成を変えることにより、自由に色温度を変えることが可能な器具を製作することができるため、今後、この面での研究も進んでいくものと考える。

## 6.4.2　配線設計時の留意点

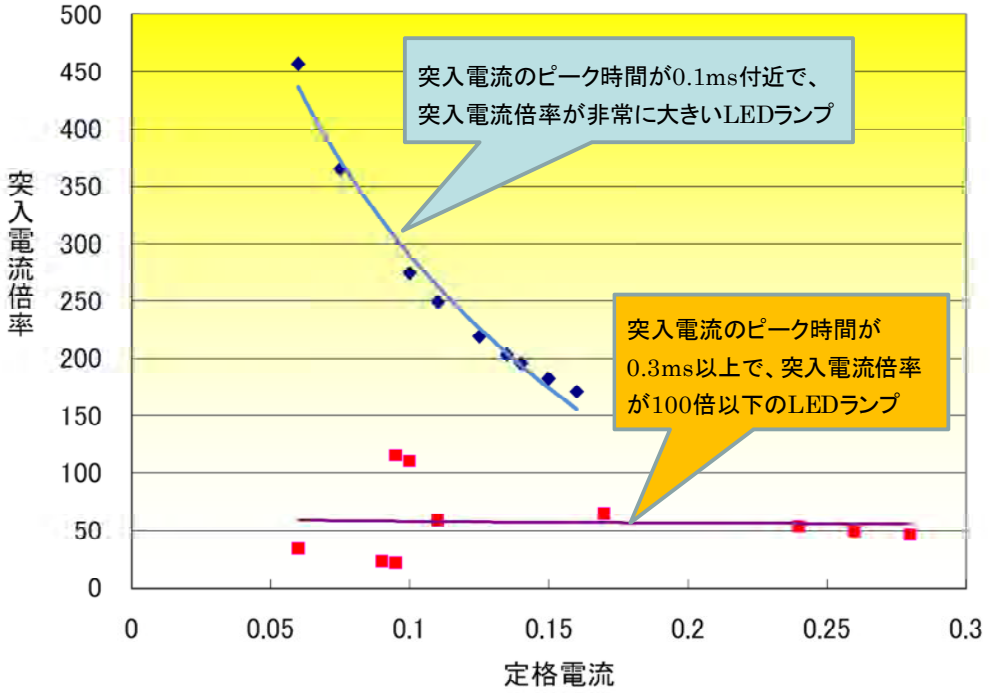
### (1)　突入電流を考慮した回路設計

LED 照明は 1 灯の消費電力が小さいため、分岐回路 1 系統に多数器具を設置することがある。この場合には制御装置内の平滑用コンデンサが挿入されているため、電源投入時の突入電流を考慮した回路設計が必要になる。表-6.4.2 に電球形 LED ランプの突入電流とスイッチ・リレー類使用時の接続台数（T 社例）を示し、図-6.4.2 には定格電流と突入電流倍率の関係を示す。突入電流が流れる時間により図に示すように 2 種類に分かれる。突入電流が流れる時間が 0.1ms と非常に短いランプの場合は、定格電流の 180～450 倍と非常に大きな突入電流が流れる。一方突入電流が流れる時間が 0.3～0.4ms と 3～4 倍程度流れるランプの場合は、定格電流の 30～110 倍の突入電流が流れる。これは平滑用コンデンサの性状の違いによるものと推測されが、どちらの場合も突入電流は大きな値であるが、非常に短い時間なので接続台数が少ない場合は、調光スイッチに内蔵された半導体素子の熱的強度を超え破壊することはない。しかし、接続台数が多くなると半導体素子の熱的強度を超え破壊する場合がある。回路設計にあっては、この点を踏まえてメーカーが指定している接続数に従って行うようにする。突入電流は人感スイッチ、光センサー、リモコン機器等に内蔵される半導体素子等にも同様の影響を与えるので、併せて注意する必要がある。他メーカーも同様に接続できる LED 照明の個数をカタログや取扱説明書に記載しているので、回路設計前に予め確認しておくこと。最近メーカーからも突入電流に関する注意が促されているので、不明な点についてはメーカーに問い合わせを行い、工事完了引渡しにトラブルが生じないようにしておく。

表-6.4.2　電球形 LED ランプの突入電流とスイッチ・リレー類使用時の接続台数（例）

| ランプ形状 | 単位 | ビーム<br>ランプ形 | ボール形 | 一般<br>電球形 | 調光器<br>対応形 | 防水形 | ミニ<br>クリプトン形 | ユニット<br>フラット形 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 定格電流 | A | 0.11 | 0.15 | 0.08 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.11 |
| 突入電流 | A | 27.4 | 27.4 | 25.9 | 2.04 | 2.04 | 27.4 | 6.5 |
| 突入電流倍率 | | 249.1 | 182.7 | 323.8 | 34.0 | 34.0 | 456.7 | 59.1 |
| 突入時間 | msec | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.385 | 0.385 | 0.1 | 0.3 |
| 接点出力T/U | 台 | 25 | 25 | 25 | 60 | 60 | 25 | 13 |
| T/U付6A<br>リレーユニット | 台 | 25 | 25 | 25 | 60 | 60 | 25 | 13 |
| リレー制御T/U | 台 | 90 | 90 | 90 | 100 | 100 | 90 | 105 |
| 人感センサ<br>別置形電源 | 台 | 1 | 1 | 1 | 15 | 15 | 1 | 4 |
| 人感スイッチ<br>（屋内用/2線式） | 台 | 20 | 20 | 20 | 40 | 40 | 20 | 21 |
| 壁スイッチ | 台 | 70 | 70 | 70 | 100 | 100 | 70 | 120 |

出典：T 社カタログ数値より




*注記.　表-6.4.2 の電球形 LED ランプには代表的なランプ形状のものを抜粋して記載しているが、グラフはこれらを含む 30 種類の定格電流と突入電流倍率の関係を分布図として示す。*

図-6.4.2　電球形 LED ランプの定格電流と突入電流倍率の関係（一例）

また、表-6.4.3 にダウンライト形 LED の特性、表-6.4.4 にベースライト形 LED の特性を示す。電球形 LED ランプに比べると、制御装置にピーク電流を抑える設計が採用され 2～16%程度に抑えられているが、突入電流が流れる時間が長くなっている。表-6.4.3 のダウンライト形 LED 器具の例で、通電後 40ms 経過時の突入電流値が定格電流の 8.5 倍程度であり、定格電流をベースに回路設計を行った場合、1 回路に接続できる最大容量で配線設計を行うと、全灯一斉点灯時に図-6.4.3 に示すように低圧遮断器の動作特性に近い部分が生じ、低圧遮断器が誤動作する可能性がある。この点を踏まえた配線設計が必要である。

表-6.4.3　ﾀﾞｳﾝﾗｲﾄ形 LED の特性(S 社製)

| 機種名 | ダウンライト形LED |
|---|---|
| 定格電流 | 0.094A（200V　入力時） |
| 突入電流 | 0.8A（200V　入力時） |
| 突入電流倍率 | 8.56 |
| 突入時間 | 40ms |
| 定格電圧 | AC100～242V |
| 消費電力 | 18.7W |

表-6.4.4　ﾍﾞｰｽﾗｲﾄ形 LED の特性（S 社製）

| 機種名 | ベースライト形LED |
|---|---|
| 定格電流 | 0.34A（200V　入力時） |
| 突入電流 | 2.4A（200V　入力時） |
| 突入電流倍率 | 7.06 |
| 突入時間 | 25ms |
| 定格電圧 | AC100～242V |
| 消費電力 | 68W |

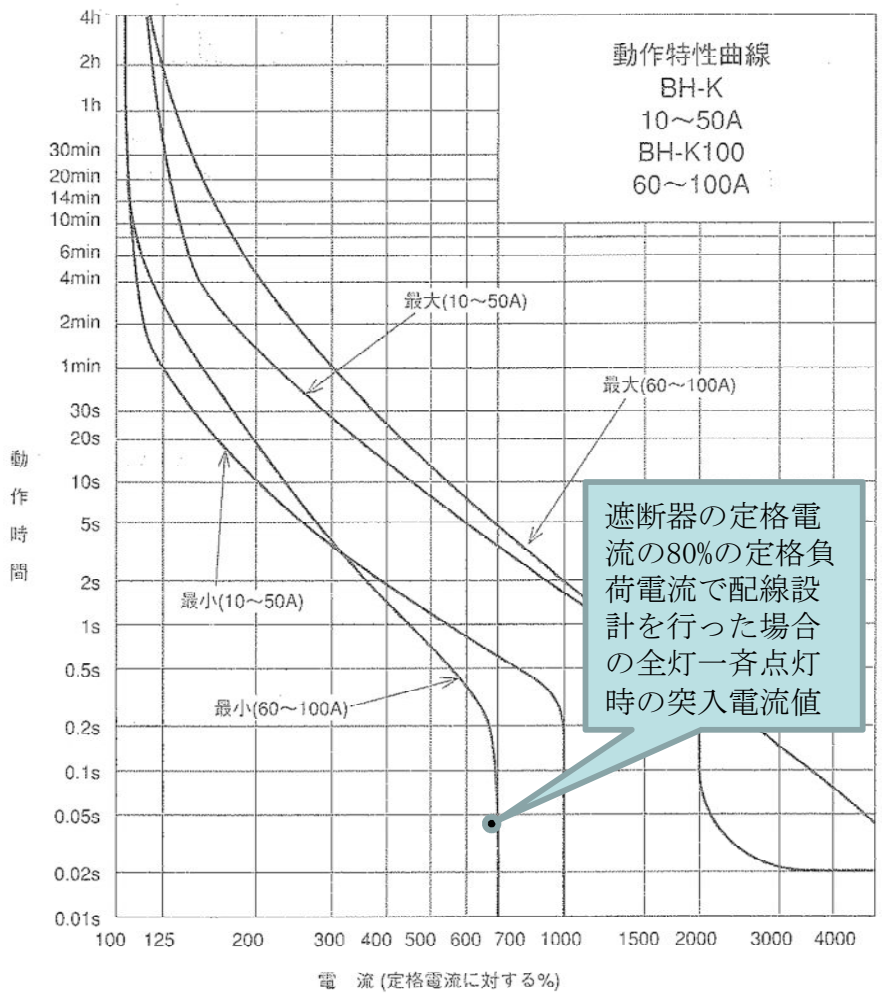



図-6.4.3　低圧遮断器の動作特性と LED 器具の突入電流

### (2)　漏電ブレーカでの誤動作

4.6 項で高調波について記述しているが、LED 照明の制御装置はスイッチング電源方式が主流であるため、漏電ブレーカの種類によっては制御装置から漏れる高調波・高周波電流の影響で漏電ブレーカが誤動作する場合がある。制御装置は高調波や高周波雑音・ノイズを抑制するために、フィルタが挿入されており、フィルタを通して高調波・高周波電流が漏洩電流として流れている。電圧フリーの制御装置は固定電圧の制御装置に比べて漏洩電流が大きくなる傾向にある。

分電盤などに漏電ブレーカを設ける場合は、分岐回路に設ける漏電ブレーカの感度について考慮す

る必要はないが、主幹に漏電ブレーカを使用する場合は、LED 照明器具の漏洩電流の総和が影響し感度が比較的高いものは誤動作する可能性があるので、感度の鈍いものを選定する。また、コンデンサ（フィルタ類も含む）に流れる商用周波数漏洩電流や低次の高調波漏洩電流は、高調波対応形漏電ブレーカであっても漏電と検知する可能性があるので、選定にあたっては注意が必要である。

### 6.4.3　調光スイッチ、点滅スイッチ等回路設計での注意点

#### (1)　2 線式タイプの調光スイッチ

白熱灯専用の調光回路に設置されている白熱灯を LED 照明に取替えた場合は、白熱灯のようなスムーズな調光動作には成らず、ほとんど点灯しない状態からほぼ全点灯に近い状態に移行し、調光にならない現象が起きる場合がある。原因は図-6.4.3 に示す白色 LED の順方向電圧($V_f$)－順方向電流($I_f$)特性で、一定の電圧に達しないと電流が流れず、非発光領域の範囲が広いためである。従って、白熱灯から LED 照明に置換える場合は、器具を調光対応品又は制御装置（電源装置）を調光対応品にする。

*注記. 調光対応でない LED 照明器具又は LED ランプを使用した場合は、調光スイッチによる位相制御のため電源波形が歪み、チラツキの発生や過負荷により内蔵の電子部品が破損又は短寿命になる恐れがある。*

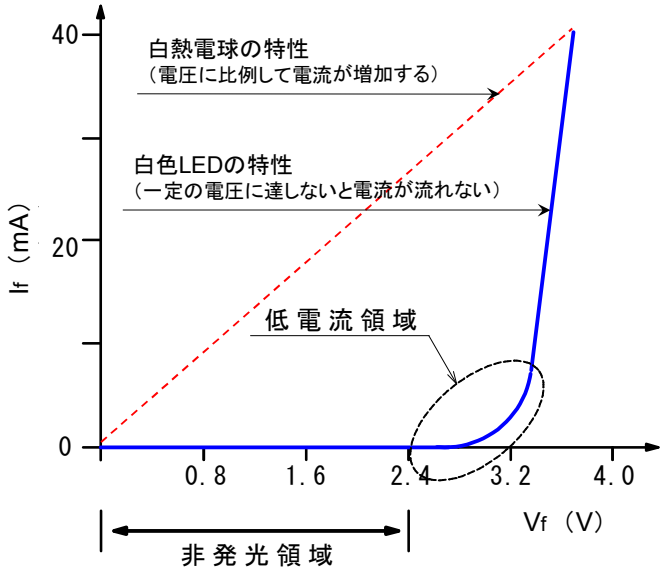



図-6.4.3　白色 LED と白熱電球の順電流-順電圧特性

#### (2)　4 線式タイプの調光スイッチ

現状の LED 照明はメーカー間の互換性がほとんどないため、4 線式タイプの調光スイッチの場合、同一調光回路に異なるメーカーの製品を混在させることはできない。

#### (3)　調光スイッチに接続する器具数

1 台の調光スイッチに接続できる LED 照明及び制御装置は、各々仕様が異なるために、事前にメーカーの施工説明書、仕様書等を確認のした上で、メーカーと打合せを行うこと。

#### (4)　個々の調光対応 LED 照明で消灯タイミングが異なる

複数の LED 照明を 1 つの調光スイッチに接続して使用する場合は、LED の特性（LED モジュール動作電圧のばらつき等）により個々の灯具で消灯のタイミングに差が出ることがあるので注意する。

#### (5)　調光範囲について

従来の調光対応の LED 照明は、調光下限まで暗くすると突然消灯する等の不具合があったが、最近

は 5～100%の範囲であればスムーズに調光できる製品が主流で、メーカー指定の専用調光スイッチを使用した場合では、白熱灯のように消灯状態（0%）から全点灯までスムーズに調光できるものも開発され、白熱灯同様に LED 照明を使用した 0～100%の調光演出が可能になってきている。

また、LED 照明は僅かな電流が流れているだけでも点灯するため、調光スイッチのつまみが不点灯のポジションでも薄く点灯した状態になる場合がある。これは調光スイッチが完全に通電していない状態にならないためで、この場合は調光スイッチに電源スイッチを付加するか、又は電源スイッチ内蔵の調光スイッチに取替える必要があります。メーカーによっては IC を利用して、図-3.8.1 に示す電源波形に応じて LED モジュールに流れる電流値を制御して、電源電圧が完全にゼロになる前に消灯するような仕組みを製品に組込んでいるものもある。

**(6) 人感スイッチと調光スイッチの併用**

人感スイッチと調光スイッチを併用させる場合は、電流制御目標値が LED 照明器具のデューティ比検出回路に直接信号として流れる必要があるため、4 線式タイプの LED 照明器具と調光スイッチの組み合わせにする。人感スイッチ、調光スイッチ及び LED 照明器具によっては使用できない組合せもあるので、メーカーと調整のこと。

**(7) 位置表示灯付スイッチ**

位置表示灯付スイッチは、オフ時にも微小な電流を流してスイッチ部の表示灯を点灯させる方式である。このため微小電流が LED ランプ又は LED 照明器具にも流れるため、オフ時にぼんやり点灯することがある。従って、事前に位置表示灯スイッチと組合せ可能な器具を確認しておくこと。

## 6.5 施工時の検討

### 6.5.1 器具の発熱と放熱対策

LED 照明は LED モジュール及び制御装置から発熱があるため、放熱を考慮した施工が重要になる。特に断熱構造又は断熱工法により施工される天井部分に取付けるダウンライト形 LED※1については注意が必要である。

*注記. ※1 「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する設計、施工及び維持保全の指針」により住宅等で省エネを目的とした断熱工法を施した天井が増加しており、同基準（平成 18 年国土交通省告示第 378 号 3（2）イ（ニ））より、「断熱構造とする天井又は屋根に埋込み形照明器具を取り付ける場合にあっては、断熱材で覆うことができるものを使用すること。」となっている。*

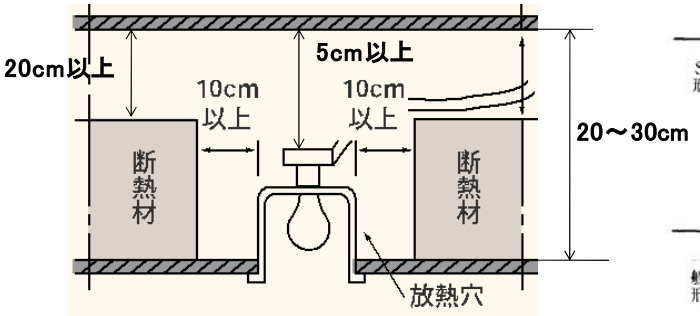
図-6.5.1 に従来品の一般形ダウンライトの各断熱材との離隔距離を示すが、断熱工法に対応していないダウンライト形 LED も従来品ダウンライト同様に離隔を守った施工方法を行う必要がある。指定以外の施工では器具の寿命が損なわれたり、過熱して発火・発煙等のトラブルが発生する恐れがあるので注意すること。

図-6.5.2 に S 形（断熱施工対応形）器具と M 形（一般形）器具の施工法の違いを示す。最近ダウンライト形 LED においても SGI 形・SG 形（マット敷断熱工法対応）の S 形埋込照明器具※2が製品化されるようになってきたが、SB 形（ブローイング断熱工法対応）の器具はまだ製品化されていない。しかし S 形埋込照明器具はまだ製品が少ないので注意が必要である。

*注記. ※2 SGI 形・SG 形（マット敷断熱工法対応）及び SB 形（ブローイング断熱工法対応）埋込照明器具とは建物の施工時において断熱材の施工に対して特別の注意を必要としない器具であって、(社)日本照明器具工業会規格（JIL5002-2000）に適合する器具をいう。SGI・SG・SB の断熱施工表示マークは、(社)日本照明器具工業会が示す登録表示である。*

また、口金（E17・E26 等）が同じであるため白熱電球から電球形 LED ランプに取替えている場合

が見受けられるが、天井部分に断熱工法が採用されている場合はダウンライト周辺の断熱材を取除き、断熱材との離隔を図-6.5.1 に示す値以上に取る等の施工が必要になる。S形のダウンライト（口金E17・E26）であっても、装着しようとするLEDランプがS形に対応していない場合もあるため、既設の施工法に合わせてランプを選択する必要がある。断熱施工表示は器具とランプの組合せに対して登録表示しているものであり、登録されていないランプは使用できない。使用できるランプは器具に貼付けられている銘板やランプ表示ラベルに記載されているので確認のこと。




✓断熱施工天井に一般形ダウンライト器具を設置する場合の各部材との離隔距離

図-6.5.1　一般形ダウンライトと各部材の離隔距離

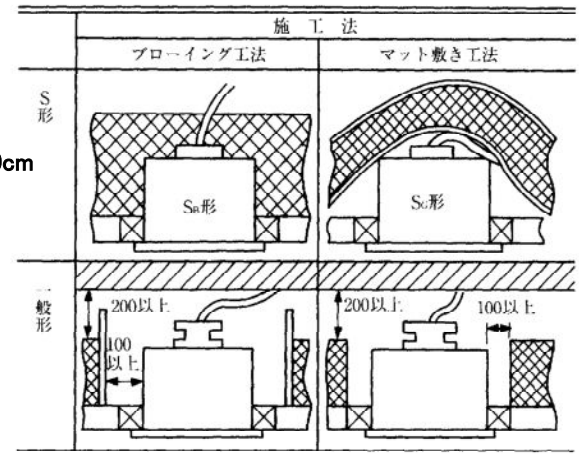



図-6.5.2　S形ダウンライトと一般形ダウンライトの比較

### 6.5.2　器具の接続方法

#### (1)　制御装置（電源部）一体形ダウンライト

制御装置一体のダウンライト形LEDは、従来の白熱灯ダウンライトや蛍光灯ダウンライト同様に、図-6.5.3 に示すように端子接続式の接続部のケーブル外装剥ぎ取りは、必要最小限に留め接続する施工方法を行っている。しかし、一部のダウンライト形 LED の接続要領書には図-6.5.4 に示すように、制御装置及び LED モジュールからの熱伝導を回避するために、ケーブル外装を一定の長さに剥いだ状態にして、耐熱等の保護チューブを挿入し端子に接続するように記載された製品がある。他にもケーブルの外装を剥ぎ取ってN相のみ保護チューブで保護するよう求めた製品もあるため、取扱説明書に注意すると共にメーカーの意図するところは確認し、目的を汲んで施工する。

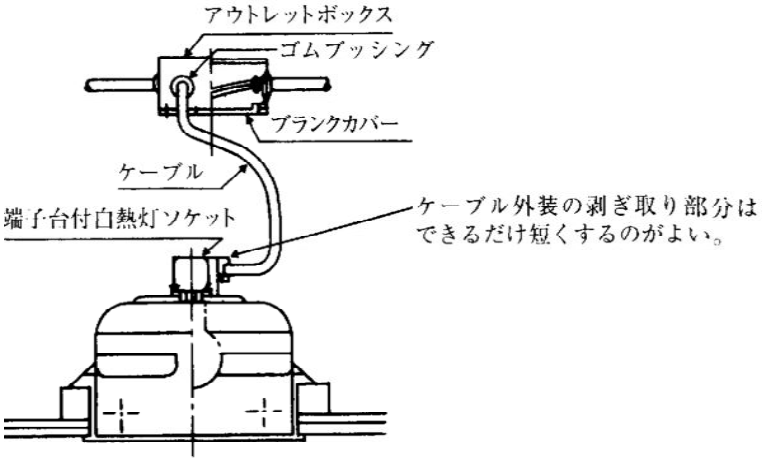
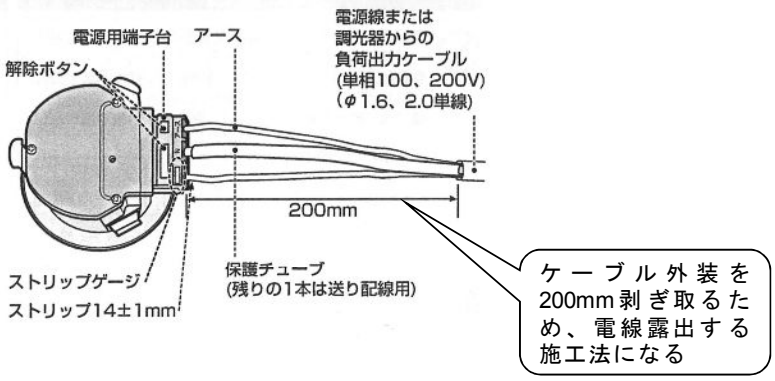
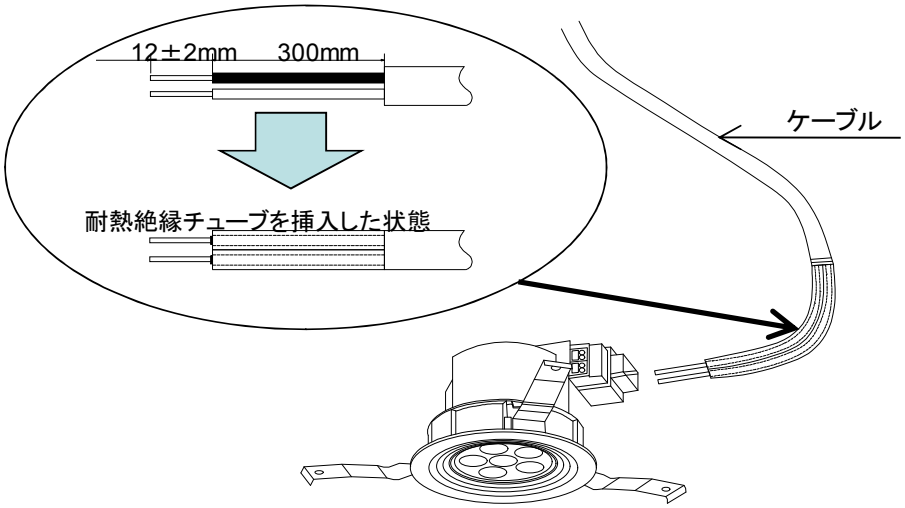



図-6.5.3　内線規程（JECA8001-2005）に於ける天井内の埋込み形照明器具の接続方法




(a)ケーブル外装剥ぎ取り部の N 相のみに保護チューブを挿入する例




(b)ケーブル外装剥ぎ取り部に保護チューブを挿入する例

図-6.5.4　放熱対策で接続部のケーブル外装を剥ぎ取る必要がある例

ケーブル外装を剥ぎ取った部分は電線と同等で、保護層がなく絶縁層のみの状態なので、少しの傷でも漏電・感電事故が生ずる可能性があり、耐熱性スパイラル等を採用した追加保護措置を施す必要がある。また、接続部分が天井内であり日頃目視点検ができないため、ケーブル外装を剥ぎ取った部分が確実に造営材に接触しない施工法を取らなければならない。

### (2)　制御装置（電源部）別置形ダウンライト

別置形のダウンライト形 LED の接続方法は、基本的に従来のダウンライト形蛍光灯と接続法は変わらないが、図-6.5.5 に示すように、制御装置と器具本体がケーブルにより分離できないタイプや、コネクタ接続方式で分離できるタイプ等がある。また、制御装置によっては内蔵のコンデンサに熱が集中しないように取付け方向を施工要領書等に指示している製品があるので、十分考慮の上、器具の選定及び施工方法を決定する。

制御装置の固定方法についても事前検討が必要になる。制御装置器具本体がケーブルにより一体になっているタイプは、器具取付け時に制御装置も同時に取付けるためそれを固定する受け部材を予め天井内に設けておく。一方、制御装置をコネクタ等により分離できるタイプは先に天井内に制御装置を取付けることが可能なため、後から点検できるように取付け方法、取付け位置等を検討内容に入れ

ておく。

制御装置と器具間の接続ケーブルは付属品として同梱したものを使用するが、制御装置 1 台に対して複数台の器具を接続する場合は、メーカー指定の電線・ケーブルを使用するか同等以上の性能を有する電線・ケーブルを使用する。

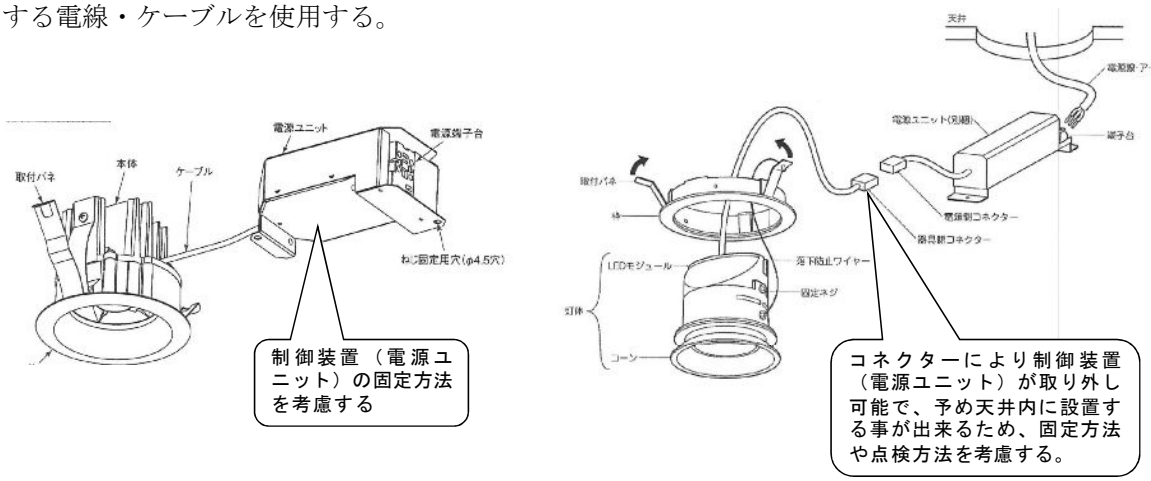



図-6.5.5　制御装置（電源部）別置のダウンライト形 LED 照明

(3)　ベースライト形

ベースライト形 LED の接続方法は、基本的に従来の器具と同じであるが、器具によってはダウンライト同様ケーブルの被覆の剥き取り寸法が指定されているものがあるので十分に注意の上、施工する。器具メーカーにより接続方法が異なる場合があるので、工事説明書を必ず熟読の上、施工する。

### 6.5.3　屋外で使用する場合の注意点

1) 直管形 LED ランプや電球形 LED ランプ等、ランプのみを交換して使用するタイプについては、防水仕様（防水性能 IPX5 相当以上の性能）以外の LED ランプを使用しない。IPX5 相当の防水性能を有するランプでもグローブの材質によっては耐候性能が不足し、屋外で使用できないものがあるので注意する。
2) 屋外に使用する器具（JISC-8105-1 に規定している防水性能を有する器具）は、一般的に密閉構造であるため、内部の温度上昇が大きく使用条件での内部温度に関しては事前確認が必要である。直射日光による温度上昇がない夜間での使用だけでなく、試験点灯や自動点滅器等の故障時の場合を想定して、昼間に点灯しても支障が生じないように検討する。
3) 器具内の LED モジュールは電子部品であるため、静電気やサージ電圧等の高電圧によりダメージを受ける。取扱時の静電気対策や、誘導雷等のサージ対策を検討する。
4) 振動・衝撃や腐食性ガスの多い場所での使用については対策を講じる。
5) LED 照明器具はヒートシンクや制御装置等の重量物を含むため、組合せて使用するポールや架台等は十分な強度を有する物を使用する。表-6-5-1 に示す JISC-8105-2-3「道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項」で規定された速度圧に耐えるものとする。

表-6-5-1　単位面積当たりの耐荷重

| 取付高さ | 単位面積当たりの荷重 | 備考 |
|---|---|---|
| 6m以下 | 1.6kN／m2 | 風速51m相当 |
| 6mを超え15m未満 | 2.3kN／m2 | 風速60m相当 |

6) 器具の施工要領書等に指定された取付け方向以外の使用はしない。

7) 器具接続時の口出し線や接続線については熱伝導を考慮して折り曲げない。
8) 接続器具については加熱による影響に耐える信頼性の高い接続器を使用する。

### 6.5.4 耐震支持及び重量対策

#### (1) LED 照明器具の耐震支持の考え方

ベースライト形器具をスラブから支持を取ることについて、異論を挟む人は居ないと思うが、従来品のダウンライト形蛍光灯やダウンライト形白熱ランプについては、器具付属の引掛け支持金具により天井材に支持するだけで済ませている場合を多く見かける。ダウンライト形 LED の場合は、制御装置（電源部）や放熱部のため従来品に比較して重い。表-6.5.2 にダウンライト形 LED と従来品の質量比較を示が、大半の LED 照明が従来品に比べて重量が増加している。製品の出始めに比べると最近の器具は、メーカーが放熱部や制御装置に工夫を加え軽量化を図っており、従来品と比べて遜色ない重さになっているが、計画及び施工に当たって重量は意識しなければいけない要素となっている。

重量が増しているということは、長期応力荷重に対する天井下地強度の問題が考えられるし、また短期応力である地震に対する耐震支持を、確実に取らなければならないということも考えられる。公共建築工事標準仕様書（電気設備工事編）は、その両方を考慮せよと言っている。長期応力荷重で例え落下しなかったとしても脱落に至ることは考えられ、脱落により器具の破損や、端子部に応力が掛かることによる破損で、短絡や電気的接続が不完全になり発火する等の危険性も生じる。もちろん短期荷重である地震による落下で人身災害に至るおそれを考慮するのは当然である。

*注記. 照明器具の被害は建物の機能には、大きな障害にはならないが、殆どの照明器具が天井に取り付けられているため、その被害の 47%を落下が占めていた。アンケート調査の数字からは判別できないが、重量の軽いダウンライトの脱落が多く、電線にぶら下がっていて、落下に至っていない器具が多数あったようである。しかし、落下は２次災害の心配があり、昼間の時間帯に地震が起きておれば、多くの人が被害を受けていたと思われ、照明器具の落下防止対策が必要である。*

*「語り継ぐ電気設備の震災対策（阪神・淡路大震災に学ぶ） 編集：電気設備の震災教訓調査委員会」より抜粋。*

LED 照明器具は従来の照明器具と異なり、長寿命であるランプの交換をほとんど考慮する必要がない。このため従来の器具ではランプ交換時に、取付け具合の確認などを行っていた点検作業が無くなり、気が付かないまま支持金具の緩みなどで脱落又は落下するなどのことも想定されるので、その点を考慮して取付ける必要がある。

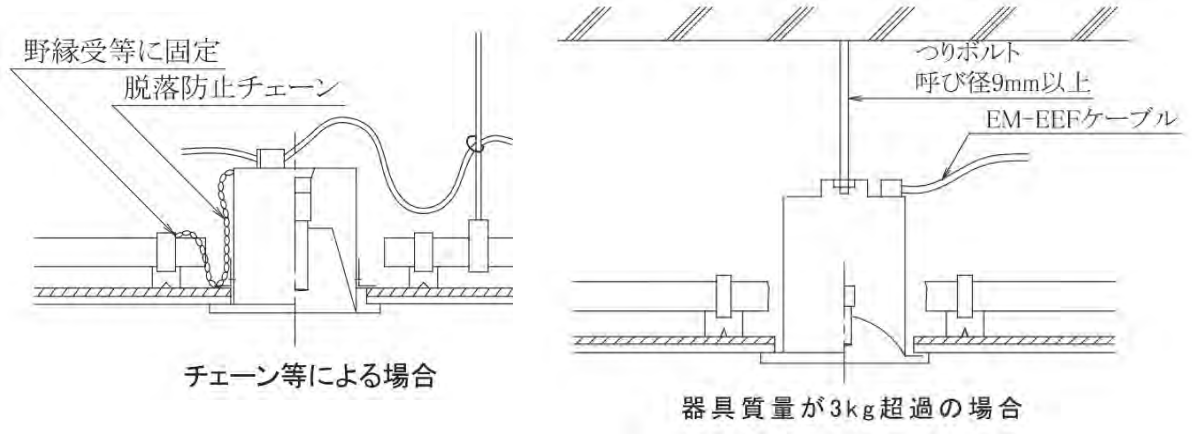



**図-6.5.6 電気設備工事標準図抜粋 （社）公共建築協会より**

### (2) 公共建築工事標準仕様書に準拠した施工法

図-6.5.6 に示すように、公共建築設備工事標準図ではダウンライトの重量により支持方法が定められているが、このことは意外と知られておらず、天井材に直接支持するだけでの仕様書に準拠した施工が行われていないことが見受けられた。この基準では、1.5kg 以下の器具では天井材だけの支持で構わないが、1.5kg を超える器具では天井材支持に併せて脱落防止チェーンの取付けとなっており、3kg を超える器具ではスラブから直接器具をサポートすることになっている。

表-6.5.2 ダウンライト形 LED 照明器具と従来品の質量比較

| メーカ | LED型式 | W相当 | LED器具<br>質　量 | 従来品の<br>質量（例） |
|---|---|---|---|---|
| P社 | 40形 | 白熱灯40W形器具相当 | 0.3 kg | 0.3 kg |
| | 60形 | パルックボール15W形器具相当 | 0.6 kg | 0.3 kg |
| | 100形 | コンパクト形蛍光灯FDL27W形器具相当 | 0.8 kg | 0.9 kg |
| | 150形 | コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当 | 1.2～1.3 kg | 0.9 kg |
| | 200形 | コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当 | 1.2～1.3 kg | 1.1 kg |
| | | 放電灯器具CDM-T35W形相当 | 1.5 kg | |
| S社 | 60形 | 白熱灯器具40W相当 | 0.7 kg | － |
| | 100形 | コンパクト形蛍光灯FDL27W形器具相当 | 1.0 kg | － |
| | 150形 | コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当 | 1.0 kg | － |
| T社 | 300シリーズ | 白熱灯器具40W相当 | 0.23 kg | 0.3 kg |
| | 500シリーズ | 白熱灯器具60W相当 | 0.5 kg | 0.3 kg |
| | 900シリーズ | 白熱灯器具100W相当 | 0.8 kg | 0.4 kg |
| | 1500シリーズ | コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当 | 1.0 kg | 0.9 kg |
| | 2000シリーズ | コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当 | 1.2 kg | 0.9 kg |
| M社 | クラス50 | ハロゲンランプ器具50W相当 | 0.6 kg | 0.4 kg |
| | クラス60 | 白熱灯器具60W相当 | 0.6 kg | 0.4 kg |
| | クラス100 | コンパクト形蛍光灯FHT24W形器具相当 | 0.9 kg | 0.8 kg |
| | クラス150 | コンパクト形蛍光灯FHT32W形器具相当 | 0.9 kg | 0.8 kg |
| | クラス200 | コンパクト形蛍光灯FHT42W形器具相当 | 0.9 kg | 0.9 kg |
| | クラス500 | コンパクト形蛍光灯FHT42W×3形器具相当 | 3.1 kg | 2.5 kg |
| | クラス600 | コンパクト形蛍光灯FHT42W×4形器具相当 | 3.1 kg | 2.6 kg |
| | クラス700 | 放電灯器具HID70W相当 | 2.3 kg | 2.0 kg |

表-6.5.2 では製造業者呼称のコンパクト蛍光ランプ FDL27W・FHT32W や FHT42W 相当の高出力器具で重量が 1.0kg を超えるものがあるが、公共建築工事標準図に記載されている基準を意識して 1.5kg を超える器具は少ない。地震時の安全性を考えると 1.5kg 未満の器具であっても施設の重要性等を考慮して、落下防止チェーン等の耐震対策を採ることが望ましい場合もある。また、6.5.2 項でも記述したように制御装置別置形の器具の場合は、地震等の振動で装置が動き回り天井材を傷付けたり配

線接続部に不要な張力をかける場合があるので、制御装置を天井材に乗せるだけでなく野縁や野縁受等に固定することも必要である。

### (3) 天井の耐荷重と施工について

#### 1) 在来天井の場合

照明器具の支持方法としてスラブからの固定は、ベースライト形等の 3kg を超える器具について一般的に採用されていたが、1.5kg 未満のダウンライト形器具では、軽量であるため特に重量を考慮せず、天井材に荷重をかける方法のみによる支持が行われていた。在来工法の場合は下地ボードの支持方法や支持間隔並びに材料質、天井ボード自体に加わる荷重分布や、天井ボードの切り込み寸法により様々に変化する耐荷重を厳密に定義するのは困難なため、天井材の耐荷重について天井材メーカーからは明確な耐荷重を公表されていない。一つの目安として JIS A 6901：2005 において規定されている「せっこうボード製品の曲げ強度試験」の結果から(2)で記述した公共建築工事標準仕様書に準拠した施工法で問題ないと判断できる※。

*注記. ※ 図-6.5.7 に曲げ強度試験の方法を示すが、ボードの両端を支持棒の上に載せ、中央全スパンに集中荷重を加え、破壊したときの荷重値を測定することになっている。曲げ強度試験の結果を図-6.5.8 と図-6.5.9 に示すが、石膏ボードは薄いものはたわみが大きく、支持間隔が広いものもたわみが大きい。この数値は器具を取付けるための石膏ボード自体への切込み位置や大きさが考慮されてない場合であり、実際はこの試験結果に加えて、切り込み時の位置や大きさを考慮した多種類の試験をはじめ、天井材への長期荷重についても考慮しなくてはならない。従って、数十年後の時間的経過を想定し器具の支持方法を決定することは大変困難であるが、図-6.5.8, 図-6.5.9 の石膏ボードの強度試験での荷重 20kg 以下のたわみ量から判断すると、3.0kg を超えない器具であれば、仕様書に準拠した施工法で問題ないと判断できる。*

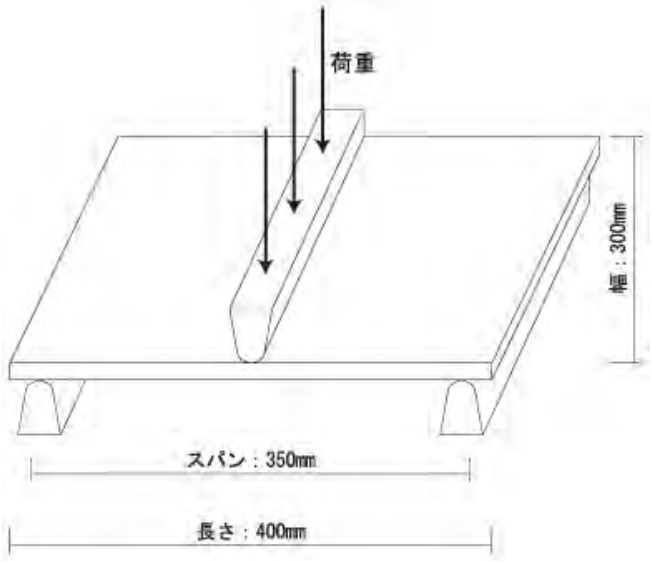



**図-6.5.7 石膏ボードの曲げ強度試験の概要**
***（(社）石膏ボード工業会ＨＰより抜粋）***

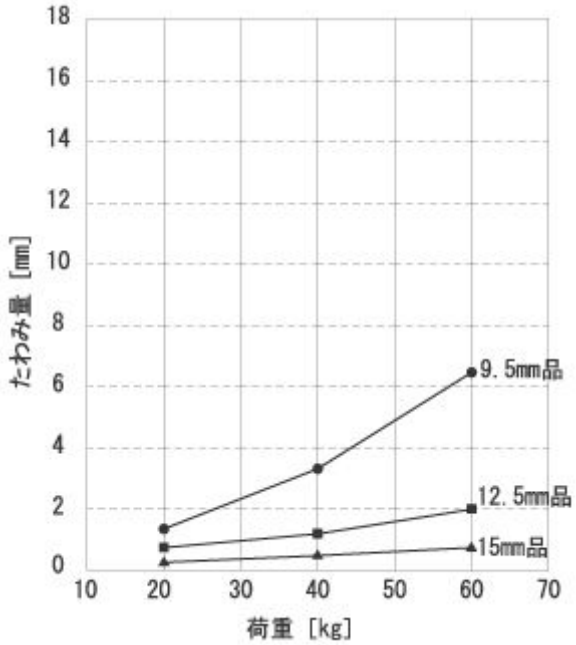



図-6.5.8 石膏ボードの曲げ強度試験の結果
支持間隔が 303mm の場合
*（(社）石膏ボード工業会ＨＰより抜粋）*

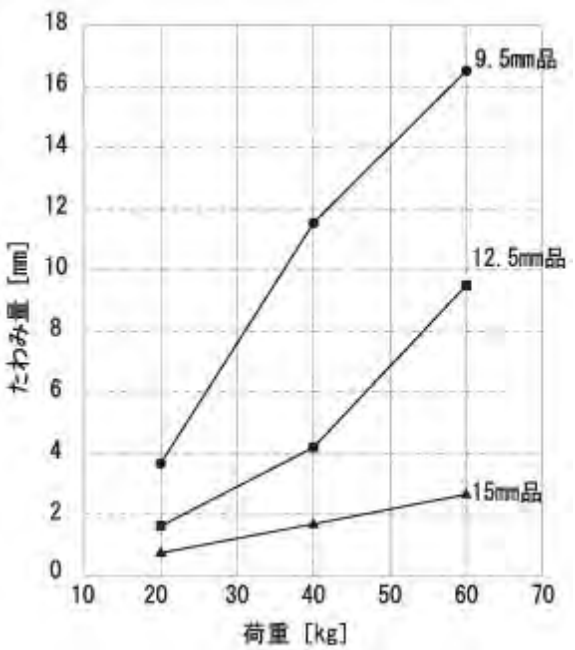



図-6.5.9 石膏ボードの曲げ強度試験の結果
支持間隔が 455mm の場合
*（(社）石膏ボード工業会ＨＰより抜粋）*

2)　システム天井の場合

システム天井は吊り間隔が長く、仕上げボード 1 枚だけでの施工になるため、たわみに関しては注意が必要になる。システム天井のメーカーの中には、照明器具等、直に天井に荷重をかける器具に対しての耐荷重を公表しているものがあり、1.0kg 未満の器具については天井材に補強を施すことにし、1.0kg を超える器具に対しては別途支持を要求している。添付参考資料-4「天井材への荷重負担について」に記載のメーカー報告書を参照されたい。

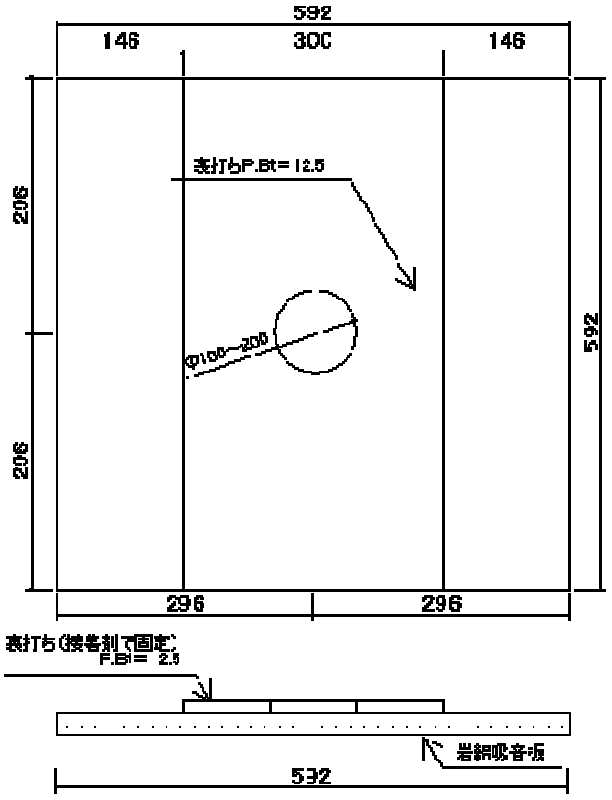



図-6.5.10　システム天井ボード向け設備開口の補強裏打ち方法
パナソニック電工㈱資料よりの曲げ強度試験の概要

### 6.6　器具を改造する場合の留意点

既設の白熱灯、蛍光灯及び放電灯等の器具のランプを LED ランプに取替える市場ニーズは、内装工事を伴わない簡便さから、従来の照明器具から LED 照明器具に完全に移行するまでの過渡的な期間に増えていくと想定される。当協会では本来のランプ以外のランプを装着する目的での改造は推奨できないが、客先の要求などでやむなく改造する場合を想定して、工事に伴うトラブルを未然に防ぐ目的で注意点及び留意点を記載する。※1

*注記※1 記載内容は(社)日本照明器具工業会の JLA2004:2010/7「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」より引用、詳細は「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」を参照のこと。*

#### 6.6.1　器具を改造した場合の補償責任

照明器具製造業者は照明器具について内蔵部品を含め、その性能、品質、安全性について責任を負っている。しかし、LED ランプ装着に伴う改造を施した器具については、器具製造業者に責任を求めることができず、改造に伴う事故並びに不具合については改造を施した者が責任を負うことになる。また、改造を伴わない既存のランプを LED ランプに置換える場合について、事故並びに不具合が生じた場合は、器具製造業者に責任を求めることができない。[1)] 従って、改造する場合は施主と補償責任の範囲を明確に協議し、書面などに残しておく必要がある。

#### 6.6.2　認定・評定及び検定品の改造

法令等で規制された照明器具類（誘導灯は認定、非常用照明は評定、防爆器具は検定が必要な器具である。）は器具とランプが組合されて認定、評定、及び検定が成されている。従って、適合ランプを LED ランプに変えた場合は、その効力がなくなるため、認定、評定、及び検定を取り直さなければならない。[1)]

#### 6.6.3　器具を改造する場合の注意点

**(1)　改造時の確認事項** [1)]

1) 器具は電気用品安全法の技術基準に合致していること。
2) 内蔵機器（安定器、レギュレータ等）の定格値（ランプ電流）以下であること。
3) ソケット、端子等の定格値（電圧、電流）以下であること。
4) 器具の安定器、ソケット等が経年劣化していないこと。
5) 直管形 LED ランプ等、ランプ挿入時に片側ピンへの接触に対して、感電に対する保護がとられていること。(直管形蛍光ランプの場合、両ピン間の絶縁抵抗は 2MΩ 以上であること。)
6) 照度、配光、グレア、色温度及び演色性について、改造前の特性と比較して、問題が生じない性能を有していること。(使用環境で大きな差異が生じないこと。)

**(2)　改造時に考慮すべき点** [1)]

1) 安定器、ソケット及び電線などの内蔵品については、経年劣化している場合があるため、できる限り改造時には交換する方が望ましい。
2) 改造及び結線変更後は絶縁抵抗試験、耐電圧確認試験等を必要な試験を実施する。
3) 改造後の定格値、ランプ型式、工事者名、工事日等の表示、または記録を保管する。
4) 改造以前のランプの再使用ができるか否かの表示をする。(器具の改造を伴わない直管形 LED ランプのみ取替える場合で、従来のランプを使用可能であっても、その旨を示す表示を行う。)

参考文献

1) 「直管蛍光ランプ形 LED ランプなどの装着時、蛍光灯照明器具改造での注意点」,p2, JLA2004:2010/7,（社）日本照明器具工業会

## 7 章　おわりに

LED 照明は省エネルギー、環境性からの社会的ニーズから脚光を浴び、現状の照明環境を大きく変化させる事ができる次世代の照明であり、“あかり”として視環境を作っていた従来の光源から、更に浸透し生活環境に大きな変化をもたらす可能性を持つ光源と言える。

現在、LED 照明は脱白熱灯の流れから、蛍光灯、放電灯の代替製品として進んでおり、2012 年の国内照明市場の中で、一部の調査機関では LED 照明が 325 万台、528 億円の規模に成長するという予測もなされている。また、平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災以降の節電、省エネの気運の中、建設業を対象としたアンケート「省エネ・節エネ対応製品に関する関心度レポート：日経アーキテクチャ」の中で、建築主からの問い合わせがあった製品として、LED 照明が 66.8%と一番多く、『LED 照明＝省エネ・節エネ』と関心度の高さが窺える。

このような背景の中で、LED 照明が品質面、安全面等からエンドユーザーに安心且つ満足して使用されるようになるためには、施工サイドの責務としては LED に関する正しい情報（知識）を理解し、それを基に工事を施工する事が重要である。

今回の報告書は、LED 照明についてその特徴、器具の種類、現状の課題、及び関連法規・規格の動向について記述している基礎編と、施工時の留意点及び注意点を記述している施工編に分かれている。特に施工編では確固たる方向性を打ち出さず、問題提議で終わっている部分もあるが、普及段階での過渡的な面もあり、止む得ない部分もある。標準化に向けては、今後逐次整備されて行く法規、法的な技術基準、及び規格・基準等の動向や、メーカーの開発動向、及び市場ニーズ等の情報を組み入れながら、更に検討を加え作業を進めて行く予定である。

参考資料-1

2009 年 7 月吉日

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿様

『直管蛍光ランプ形 LED』と弊社照明器具との組み合わせについて

弊社照明器具は、適合する蛍光ランプとの組み合わせを前提に設計・評価し、性能を保証していますので、蛍光ランプの代わりに取り付ける「直管蛍光ランプ形 LED」との組み合わせについては、以下の安全上の懸念事項があります。

1. 直管蛍光ランプ形 LED を使用した場合、既存器具の構成部品（ランプソケット、電線など）への電圧、電流が大きく異なり、器具品種によってはストレスの増加となり、故障、異常発熱の恐れがあります。
2. 蛍光ランプやランプソケットは JIS（JISC7601，JISC8324）で寸法が決められ、互換性がありますが、直管蛍光ランプ形 LED は JIS の規定がなく、ランプソケットとの嵌合性が十分でない可能性があり、保持不足により接触不良の恐れがあります。
3. 直管蛍光ランプ形 LED は蛍光ランプの重量（約 200g 弱：40W の場合）に比べかなり重いため（350g～720g：40W にて各メーカー資料による）ランプソケット外郭樹脂材料及びバネ材の劣化が促進され、長期使用時、振動などで落下の恐れがあります。
（ランプソケットは蛍光ランプ重量での設計であり、このような重量は想定しておりません。）
4. 直管蛍光ランデ形 LED を使用するには、その品種によっては既存器具の配線変更を伴う必要がありますが、この場合、一旦改造された器具に使用してはならない蛍光ランプやタイプの違う直管蛍光ランプ形 LED が誤って容易に装着される可能性があり、電源短絡や安定器のフィラメント回路短絡などの安全上の懸念が想定されます。
5. 弊社の一般照明器具は 4 万時間（1 日 10 時間程度のご使用でおよそ 10 年間）を経ると構成部品が劣化します。直管蛍光ランプ形 LED に変えても、器具トータルの寿命は LED 寿命とはならないため、安全上の理由から構成部品の交換が必要となります。

また、直管蛍光ランプ形 LED 自身も JIS で標準化されておらず、電気用品安全法の対象でもないため、安全基準が制定されていません。したがって、この直管蛍光ランプ形 LED の通常使用時の部品不良、長期使用時の安全性（発熱、発煙、発火の有無）も懸念されます。

以上より、照明器具メーカである弊社と致しましては、弊社器具と直管蛍光灯形 LED 照明器具との組み合わせによるご使用につきましては推奨できず、また、品質保証は致しかねます。

参考資料-2

事故事例等を受けた電気用品安全法の政省令改正について

平成２２年５月
経済産業省製品安全課

1. 改正の経緯

電気用品からの事故未然防止の観点から、近年事故が散見される製品及び今後急速な普及が見込まれる製品である以下の品目について、規制対象化とするための政省令等の改正を行う。

（１）「家庭用テーブルタップコードセット」（仮称）（規制対象として新規追加）
（２）「電気掃除機」（規制対象範囲を拡大）
（３）「リチウムイオン蓄電池」(規制対象範囲を拡大)
（４）「電子発光体ランプ」（仮称）及び「電子発光体照明器具」（仮称）
（規制対象として新規追加）

（１）、（２）、（４）は、独立行政法人製品評価技術基盤機構（NITE）が事故事例等の分析を行い、本来 3 月に報告書を提出したものである。そのうち（１）、（４）は、電気用品調査委員会（事務局：日本電気協会）で技術基準等の改正案を検討し、本来３月に同委員会が報告書を提出したものである。
（３）については、平成 20 年 5 月の消費経済審議会製品安全部会において、２年後を目処に追加規制の方向性が示されているものである。
（１）から（４）については、5 月 24 日開催された第３回電気用品の安全に関する技術基準等に係る調査検討会（事務局：独立行政法人製品評価技術基盤機構）において審議された。
以上を踏まえ、関連する電気用品安全法の政省令の改正案を作成し、パブリックコメント等所要手続きを経て、本年度中を目処に政省令改正を行う予定。

――――――――――――――――――――――――――――――省略――――――――――――――――――――――――――――――

**2.4 「電子発光体ランプ」（仮称）及び「電子発光体照明器具」（仮称）**

**2.4.1 目的**

ここ数年各社から、既存の白熱電球（白熱電灯器具）や蛍光ランプ（放電灯器具）と比べ、高い省エネ性能を有している LED ランプ（LED 照明器具）（別添の写真参照）が相次いで発売されている。

これらの製品は今後急速な普及が見込まれることから（別添のグラフ参照）、新たに特定電気用品以外の電気用品として規制対象とし、事故未然防止を図るべく政省令を改正する。

**2.4.2 規制範囲**

LED 照明だけでなく有機 EL 照明等の新世代の照明を含めた電子発光体を有する定格電圧が 100V～300V、かつ、定格周波数が 50 又は 60H z のランプ及び照明器具を対象とする。

※ 「電子発光体ランプ」について、一般照明用の電球形であって、安定に点灯するための装置を有し、定格消費電力が１ワット以上のものに限る。

※ 安定器を内蔵しない「蛍光ランプ」について、最近のインバーター式のものは上記の定格電圧及び定格周波数の範囲外のものがあるので、本改正に伴せて安定器を内蔵しない「蛍光ランプ」をこの範囲から除き、規制対象であることを明確化する。

### 2.4.3 **技術基準概要**

【共通事項】

既存の電気製品に共通の技術基準（材料、構造、部品及び附属品、消費電力の許容量、雑音の強さ、電圧変動による運転性能、二重絶縁構造、始動特性、漏洩電流測定、表示）を適用する。

【個別要求事項】

省令を改正し、既存の照明（器具）の規準を踏まえ、「電子発光体ランプ」にあっては、口金の耐腐食性、口金のねじり強さ、口金の寸法等、「電子発光体照明器具」にあっては、重量による構造制限、引きひもの強度、絶縁性能等を適用する。また、ＬＥＤ等に特有の長寿特性等を踏まえた性能規定を追加する。

3. スケジュール

・パブリックコメント（30 日間）：第 2 四半期(予定)
- WTO／TBT 通報（60 日間）：第 2 四半期（予定）
- 公布：今年度第 4 四半期（予定）
- 施行：公布から半年後又は 1 年後（予定）

参考資料-3

平成 23 年 7 月 1 日
経済産業省商務流通グループ製品安全課

# 電気用品安全法施行令の一部を改正する政令について

「電気用品安全法施行令の一部を改正する政令」が本日（7 月 1 日（金））閣議決定されました。

電気用品安全法は、電気用品による危険及び傷害の発生を防止することを目的に、政令で定める電気用品について省令で技術基準を定めています。規制対象となっている電気用品の製造事業者等は、電気用品を国が定める技術基準に適合させること及び販売時には技術基準への適合を示す「PSE マーク」を表示することが義務付けられています。

今般の政令改正においては、LED ランプを電気用品安全法に基づく電気用品として新たに規制対象に追加します。また、電気掃除機及びリチウムイオン蓄電池の規制対象範囲を拡大します。

## １．規制対象品目

（１）LED ランプ等について

LED ランプ等が白熱電球等の照明器具の代替として急速に市場に出回りつつあり、また LED ランプ等で実際に事故が発生している点を踏まえ、今般、新たに規制対象とし、「エル・イー・ディー・ランプ」及び「エル・イー・ディー・電灯器具」を新たに規制対象に追加します。

（２）定格消費量が 1 キロワットを超える電気掃除機について

現在、「電気掃除機（定格消費電力が 1 キロワット以下のものに限る）」が規制対象となっていますが、近年、定格消費電力が 1 キロワット超の吸引力の大きい電気掃除機が一般家庭に普及しつつあり、ここ数年、電気掃除機の電源コードが発熱し、消費者が火傷を負う等の事故が目立つようになってきました。このため、定格消費電力が 1.5 キロワット以下のものまで規制対象範囲を拡大します。

（３）特殊な構造のリチウムイオン蓄電池について

リチウムイオン蓄電池の発煙・発火事故が急増したことを受けて、平成 20 年に規制対象としたところですが、特殊な構造のリチウムイオン蓄電池については、事業者による設計変更準備等のための一定の猶予期間（平成 20 年 11 月から 2 年間程度）を設けていました。今般、一定の猶予期間が経過したため、これまで規制対象外とされていた「特殊な構造の蓄電池」を新たに電気用品の規制対象とします。

## ２．今後の予定

公布：平成 23 年　7 月 6 日（水）
執行：平成 24 年　7 月 1 日（日）

参考資料-4

2011 年 2 月吉日

御中

天井材への荷重負担について

謹啓

時下ますますご清祥の段、お慶び申し上げます。

平素は弊社商品に格別のご高配を賜り、有り難く厚くお礼申し上げます。

上記の件につきましてご報告申し上げますのでご高承を賜りますようお願い申し上げます。

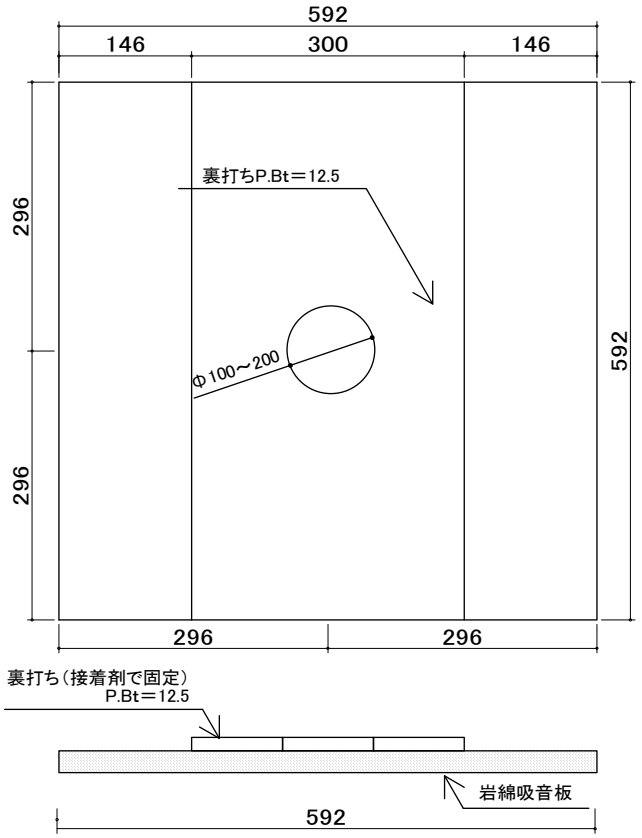
敬具

システム天井ハイロッキーＬへの荷重負担は、1kg 未満は補強を施すことで天井材に取付けるようお願いしております。

1kg 以上の場合に関しましては、物の大きさに関係なく直吊り等で天井材に負荷をかけないよう施工をお願いしております。

ご理解の程、宜しくお願い致します。

システム天井向け設備開口補強裏打ち方法



# LED 照明器具に関する課題と施工標準化の検討報告

# （平成 23 年 10 月）

平成 23 年 10 月 31 日　　発行

著　者　一般社団法人　日本電設工業協会　技術・安全委員会
LED 照明器具取付標準化 WG

発行所　一般社団法人　日本電設工業協会

〒107-8381　東京都港区元赤坂 1-7-8
電　話　(03)5413-2161
F A X　(03)5413-2166
http://www.jeca.or.jp

2011－10　©　無断転載を禁ず